Library

N.Y. ACADEMY OF SCIENCES.

MÉMOIRES

DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE

DES SCIENCES NATURELLES & MATHÉMATIQUES

DE CHERBOURG

La Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, fondée le 30 Décembre 1851, a été reconnue comme Établissement d'utilité publique par Décret en date du 26 Août 1865, et par Décret du 10 Juillet 1878, elle a été autorisée à prendre le nom de Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques.

61

N.Y. ACADEMY OF SCIENCES

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ NATIONALE

DES SCIENCES NATURELLES

ET MATHÉMATIQUES

DE CHERBOURG

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. AUGUSTE LE JOLIS,

DIRECTEUR ET ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME XXXI.

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME I.

PARIS,
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, LIBRAIRES, RUE HAUTEFEUILLE, 19.

CHERBOURG,
IMPRIMERIE ÉMILE LE MAOUT.

1897 — 1900

POSITION D'ÉQUILIBRE
DES NAVIRES SUR LA HOULE

PAR

L.-E. BERTIN,

Directeur des Constructions Navales,
Secrétaire honoraire de la Société.

---

1. — Mes recherches sur la théorie de la houle et sur la mécanique du navire, insérées dans les quatre tomes XV, XVII, XVIII et XXII des Mémoires de la *Société des Sciences de Cherbourg* ont été dictées jadis par des nécessités de service, en face de questions de métier, pour lesquelles l'enseignement officiel n'était d'aucun secours en 1869. L'obligation de professer à mon tour me les a fait reprendre en 1895; le mémoire consacré, dans le tome XXX, à l'*Amplitude du Roulis sur houle non synchrone,* est le développement d'une leçon de mon cours, sur un sujet à peine effleuré précédemment dans des conditions pratiques. Redevenu constructeur, je me suis retrouvé en présence d'un problème scientifique, à la solution duquel est subordonnée la valeur d'une flotte de guerre : les qualités militaires indispensables peuvent être obtenues, en effet, soit avec des stabilités très grandes, soit avec des stabilités assez faibles. Pour savoir comment la stabilité influe sur l'amplitude du roulis des cuirassés, j'ai dû chercher d'abord exactement comment elle influe

sur leur position d'équilibre. Le sujet ainsi limité est relativement simple, et se traite avec une rigueur qui ne se rencontre guère dans les autres parties de la mécanique du navire ; il est d'ailleurs important, et mérite une attention qu'il n'avait pas obtenue autrefois.

Les principes servant de base au présent mémoire ont été exposés dans le N° 24 de l'*Étude sur la houle et le roulis*, les N^os^ 11 et 12 de son *Complément*, enfin les cinq N^os^ 48 à 52 et 58 des *Données théoriques et expérimentales sur la houle et le roulis* et de leur *Suite*. Pour épargner le recours à des mémoires déjà anciens, dont le tirage est d'ailleurs épuisé, je vais reprendre sommairement la question dans son ensemble.

2. — La position d'équilibre des navires sur la houle se détermine, en appliquant à la carène la totalité des poussées élémentaires, qui seraient exercées sur l'eau dont elle tient la place. Cette extension du principe d'Archimède est évidemment justifiée, pour le navire en équilibre sur l'eau agitée, aussi bien que pour le navire en mouvement sur l'eau calme. Il n'est tenu compte d'ailleurs que des seules poussées hydrostatiques ; les frottements ou autres actions hydrodynamiques, exercées nécessairement par l'eau sur une carène indéformable, appartiennent à un autre ordre de faits[1]. Le navire est dit en équilibre, quand la poussée résultante passe par le centre de gravité ; le moment de stabilité est alors nul. Quand la poussée ne passe pas par le centre de gravité, le moment de stabilité est égal au moment de la poussée par rapport au centre de gravité, comme en eau calme. La poussée de l'eau est égale et contraire à la résultante de son poids

[1] *Données théoriques et expérimentales sur la houle et le roulis*, N^os^ 39 et 40.

et de sa force d'inertie, puisqu'une carène d'eau exercerait, sur l'eau qui lui sert d'appui, une pression égale à cette résultante ; si le centre de gravité du navire a pour mouvement de translation le mouvement moyen de l'eau déplacée, et si l'on suppose appliquée à ce centre de gravité une force égale à la force d'inertie dans ce mouvement de translation, on retrouve le couple de stabilité composé de deux forces égales et contraires, comme en eau calme.

L'application de ces règles a conduit successivement les auteurs à trois relations différentes entre l'inclinaison I de la position d'équilibre du navire, et l'inclinaison des vagues Θ, par rapport à la verticale,

$$(1) \qquad I = \frac{\rho}{\rho - a}\,\Theta\,,$$

$$(2) \qquad I = \Theta\,,$$

$$(3) \qquad I = \nu\,\Theta\,,$$

qui ont servi de point de départ à trois théories du roulis.

La première équation est celle de D. Bernoulli, qui supposait l'eau animée d'un simple mouvement oscillatoire vertical donnant lieu à une poussée verticale. Reech l'adoptait dans son cours, en essayant d'apporter un correctif aux valeurs visiblement excessives de I, auxquelles elle conduit. Elle est tombée dans l'oubli ; mais il a fallu longtemps pour faire disparaître le rapport de ρ à $\rho - a$, des imprimés officiels, où il a figuré, jusqu'en 1891, à titre de coefficient de roulis.

La deuxième équation a été adoptée par William Froude en 1861. Présentée avec des preuves expérimen-

tales à l'appui, elle a été acceptée de suite en Angleterre, bien que la théorie de la houle trochoïdale avec laquelle elle concorde, ait rencontré une opposition, dont le mémoire de Charles Merrifield nous a donné des preuves dans le tome XVI des Mémoires de la *Société des Sciences de Cherbourg*. Elle suppose la poussée constante en intensité et en direction en tous les points de la carène.

La troisième est une déduction théorique des équations de la houle trochoïdale ; elle tient compte de la direction et de l'intensité exacte de toutes les poussées élémentaires. Pratiquement, l'équation (3) diffère de l'équation (2), beaucoup plus que celle-ci ne diffère de l'équation (1). En effet, non-seulement le réducteur ν de l'inclinaison Θ peut descendre à une fraction inverse de ce qu'était le multiplicateur $\frac{\rho}{\rho - a}$; mais il peut devenir nul, devenir négatif, descendre même notablement au-dessous de — 1, comme nous le verrons plus loin, et cela dans des conditions réalisables et réalisées dans la pratique. Cette simple constatation suffit à prouver l'importance de l'étude de ce réducteur.

Les effets des différentes causes qui influent sur la valeur de I, savoir : changement de direction de la poussée le long des couches liquides horizontales et verticales dans la houle, changement de l'intensité de la poussée en tous les points, courbure de la surface de flottaison, peuvent tous se ramener à deux, savoir : une diminution d'inclinaison de la poussée, et un déplacement du point d'application de la poussée résultante V F. Par suite, le réducteur ν se présente comme le produit de deux facteurs distincts, mais non indépendants l'un de l'autre ; on a

$$\nu = \alpha\,\beta. \qquad (4)$$

Nous étudierons d'abord chacun des deux facteurs α et β séparément.

3. — Considérons l'effet des variations de direction, en vertu desquelles la poussée résultante fait, avec la verticale, un angle Θ_1 moindre que Θ,

$$\Theta_1 = \alpha\,\Theta\,. \tag{5}$$

Ces variations se produisent suivant les couches horizontales de profil trochoïdal, et suivant les couches verticales, de forme logarithmique.

Si l'on prend sur une trochoïde un arc situé de part et d'autre du point d'inflexion, dont les deux parties sont parcourues, chacune dans le temps t_1, par le point générateur de la trochoïde, qui parcourt une circonférence entière dans le temps 2 T, on a la valeur exacte de l'inclinaison de l'eau 0 en chaque point de cet arc. Une intégration simple donne la valeur moyenne 0_m pour la couche liquide comprise entre deux couches horizontales infiniment voisines, en fonction de la longueur de l'arc exprimé par le temps $2\ t_1$ dans les équations de la trochoïde. Il suffit ensuite de diviser 0_m par l'inclinaison Θ au point d'inflexion, dont la valeur est

$$\sin\Theta = \frac{\pi\,h}{\mathrm{L}}\,, \tag{6}$$

h étant la demi-hauteur des vagues à la surface (le rayon de l'orbite r à l'intérieur de l'eau) et L la demi-longueur; on a ainsi un premier coefficient μ, dont l'expression exacte est [1]

[1] *Complément à l'étude sur la houle et le roulis,* N° 11.

$$(7) \qquad \mu = \frac{L\,T}{2\,\pi^2\,h\,t_1} \log.\ \text{nép.}\ \frac{1+\frac{\pi\,h}{L}\sin\pi\,\frac{t_1}{T}}{1-\frac{\pi\,h}{L}\sin\pi\,\frac{t_1}{T}},$$

en remplaçant le rapport des deux angles d'inclinaison par le rapport de leurs sinus.

En appelant $2\,y$ la longueur de l'arc de trochoïde considéré, qui, pour les applications, représente une double ordonnée d'une carène en un point quelconque, on a

$$(8) \qquad \frac{2\,y}{L} = \sqrt{\left(\frac{2\,t_1}{T}\right)^2 + \left(2\,\frac{h}{L}\sin\pi\,\frac{t_1}{T}\right)^2}.$$

Les deux équations (7) et (8) permettent de calculer μ en fonction de y, lorsque h et L, et par conséquent T lié à L par la relation

$$(9) \qquad L = \frac{g}{\pi}\,T^2,$$

sont tous connus. Les calculs numériques ont été faits pour les vagues des deux inclinaisons 9°,04 et 18°,30, qui correspondent, pour sin Θ, aux deux valeurs 0,05 et 0,10. Le tableau inséré dans les *Données théoriques et expérimentales,* N° 49, montre que μ est un peu plus faible sur la moins inclinée des deux houles, à l'inverse de ce qu'on pouvait supposer ; la différence trouvée est d'ailleurs insignifiante ; la valeur de μ peut être regardée comme pratiquement la même, pour les surfaces de différentes houles ou pour les différentes couches horizontales d'une même houle. Ainsi est justifiée la substitution de h à r, dans les équations (7) et (8).

Si l'on considère, en second lieu, les couches verticales, de forme logarithmique, on trouve que l'inclinaison θ diminue, en fonction de la profondeur z, suivant la loi

$$(10) \qquad \frac{\sin\theta}{\sin\Theta} = \frac{r}{h} = e^{-\frac{\pi z}{L}} = \mu' ,$$

ce qui donne le deuxième coefficient μ'. En prenant le rapport des sinus pour celui des angles, on a, M étant le module logarithmique,

$$(10') \qquad \log.\ \mu' = M\,\pi\,\frac{z}{L} ;$$

le coefficient μ' est rigoureusement indépendant de l'inclinaison des vagues.

Le coefficient réducteur α de l'inclinaison Θ des vagues, dans l'équation (5), est égal au produit $\mu\,\mu'$, des deux facteurs correspondant aux deux directions suivant lesquelles l'inclinaison diminue ; on a

$$(11) \qquad \alpha = \mu\,\mu' .$$

J'ai publié dans les *Données théoriques et expérimentales* les tableaux des valeurs numériques de μ et de μ', pour les carènes des navires tout entières, en fonction de :

1° la largeur moyenne des carènes l_m, égale au quotient de leur volume par la surface du plan de dérive,

2° la hauteur z du centre de carène au-dessous de la flottaison.

Aucune modification de principe n'a été apportée à ces anciens calculs, dont les résultats se résument dans le tableau suivant :

Tableau N° 1.

CALCUL DE μ		CALCUL DE μ'	
$\frac{l_m}{L}$	μ	$\frac{z}{L}$	μ'
0,0	1,000	0,00	1,000
0,1	0,992	0,03	0,910
0,2	0,967	0,06	0,826
0,3	0,924	0,09	0,753
0,4	0,855	0,12	0,686
0,5	0,764	0,15	0,624
0,6	0,668	0,18	0,568
0,7	0,583	0,21	0,517
0,8	0,510	0,24	0,470
0,9	0,445	0,27	0,428
1,0	0,388	0,30	0,390

Pour que ce tableau fût tout à fait exact, il faudrait que μ fût une fonction continue de l_m.. comme il l'est des ordonnées particulières $2y$ de la carène ; il faudrait donc que toutes les carènes fussent semblables. Comme la forme des carènes a varié sensiblement depuis vingt-cinq ans, la courbe de μ en fonction de l_m subirait une modification, si elle était établie de nouveau, d'après des calculs faits sur des carènes de navires modernes. En ce qui concerne μ', l'erreur commise est un peu plus forte, mais elle est restée la même ; elle consiste en ce que la valeur moyenne de

μ', calculée pour l'ensemble des ordonnées verticales d'une carène, ne serait pas exactement la valeur correspondant à l'ordonnée moyenne z.

Il est à remarquer que le rapport de l_m à z est à peu près constant, pour les bâtiments des formes les plus usitées; on peut s'en assurer sur le tableau N° 11, ci-après, en éliminant le *Henri IV* et le torpilleur qui y figurent. En attribuant à l_m la valeur $3{,}25\ z$, on peut, sans sortir de l'approximation du tableau N° 1, obtenir immédiatement la valeur de α, en fonction de la valeur de z, qui est une donnée connue pour tous les navires. On trouve:

Tableau N° 2.

$\frac{z}{L}$	$\alpha = \mu\ \mu'$
0,00	1,00
0,03	0,89
0,06	0,80
0,09	0,70
0,12	0,60
0,15	0,49
0,18	0,39
0,21	0,31
0,24	0,25
0,27	0,20
0,30	0,16

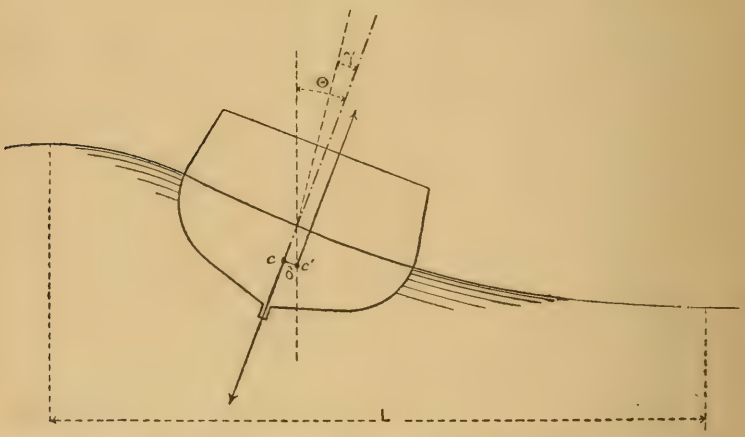
Ce tableau pourrait être employé, dans la plupart des cas.

4. — Le calcul du déplacement du point d'application de la poussée résultante et de l'influence de ce déplacement sur la valeur de I est plus délicat. Tout d'abord, il convient d'adopter, pour le désigner, un terme spécial. J'appellerai *excentricité* du point d'application de la poussée, sa distance au centre géométrique de carène, afin d'éviter l'emploi du mot *déplacement,* qui a un sens spécial dans la théorie du navire.

L'excentricité du centre de poussée provient de la différence d'intensité de la poussée par unité de volume, aux différents points de la houle.

Soit c le centre géométrique de carène, fig. 1, et soit c' le point d'application de la poussée, que l'on pourrait

Fig. 1.



appeler centre dynamique de carène[1]; soit δ l'excentricité cc', toujours dirigée du côté du creux de la vague. La poussée V F, en passant de c en c', produit un couple de redressement égal à

$$V F \delta,$$

[1] Cette expression n'est pas rigoureusement exacte, en ce sens, que δ renferme un terme ζ d'origine géométrique, ainsi qu'on le verra plus loin.

si δ est perpendiculaire à la direction de VF, ce qui est sensiblement vrai.

Le navire, sous l'action de ce couple, s'incline vers le sommet de la vague d'un angle γ; la position d'équilibre est atteinte, quand il y a égalité entre le moment qui précède et le moment de stabilité correspondant à l'angle γ,

$$VF(\rho - a)\sin\gamma = VF\,\delta .$$

On a ainsi, l'angle γ étant très petit,

$$\gamma = \frac{\delta}{\rho - a} . \tag{12}$$

Dans les notations des *Données théoriques et expérimentales* γ s'appelait β et δ s'appelait m; quant au facteur β de ν, dont nous cherchons actuellement la valeur, il s'appelait μ''.

Nous pouvons maintenant écrire la valeur de I :

$$I = \Theta_1 - \gamma = \Theta_1\left(1 - \frac{\gamma}{\Theta_1}\right) ,$$

ou, d'après les équations (5) et (12),

$$I = \alpha\,\Theta\left(1 - \frac{\delta}{\alpha(\rho - a)\,\Theta}\right) , \tag{13}$$

ce qui nous donne la valeur de β,

$$\beta = 1 - \frac{\delta}{\alpha(\rho - a)\,\Theta} ;$$

remplaçons Θ par sa valeur, d'après l'équation (6), et nous avons

$$(14) \qquad \beta = 1 - \frac{L}{\pi h} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{\varepsilon}{\rho - a}.$$

La forme de cette équation montre de suite la très grande influence, que la valeur de $\rho - a$ peut avoir sur celle de β, et par suite sur celle du réducteur ν, influence qui est d'ailleurs, sur I, de sens inverse à celle du coefficient de D. Bernoulli.

L'influence de l'inclinaison des vagues ne peut pas, au contraire, être discernée, à première vue, parce que ε varie avec le rapport de L à h, et en sens contraire de ce rapport.

Après avoir ainsi établi la forme du coefficient β, il reste à calculer l'excentricité ε, qui se compose de deux termes distincts, l'un ξ donné dans mes anciens mémoires, l'autre ζ déterminé ici pour la première fois.

5. — La première cause, qui déplace le centre de poussée, est la variation de l'intensité de la poussée F aux différents points d'une couche horizontale ; cette poussée, dont la valeur a pour expression

$$(15) \quad F = p\sqrt{1 + \left(\frac{\pi h}{L}\right)^2 - 2\,\frac{\pi h}{L}\cos\varepsilon_1},$$

est plus forte du côté du creux des vagues que vers leur sommet ; elle n'est égale au poids spécifique du liquide p, qu'à mi-hauteur, point peu éloigné du point d'inflexion pour les vagues de l'inclinaison considérée.

L'expression de F étant une fonction elliptique, on a eu

recours au procédé des quadratures, pour déterminer la distance ξ du point d'application de sa résultante au point milieu de l'arc de trochoïde considéré. Les valeurs de ξ ainsi calculées, soit pour une ordonnée $2y$ d'une carène, soit pour une carène tout entière, se trouvent dans le cinquième et le sixième tableau du N° 51 des *Données théoriques et expérimentales*. Il suffit de reproduire ici le second de ces tableaux; l_m a la même signification que plus haut, dans le calcul de μ.

Tableau N° 3.

$\frac{l_m}{L}$	$\frac{\xi r}{l_m}$		RAPPORT DES DEUX VALEURS DE ξ
	$\frac{h}{L} = 0{,}05$	$\frac{h}{L} = 0{,}10$	
0,04	0,00011	0,00014	1,26
0,08	0,00050	0,00067	1,34
0,12	0,00122	0,00180	1,48
0,16	0,00233	0,00360	1,54
0,20	0,00377	0,00598	1,59
0,24	0,00546	0,00880	1,61
0,28	0,00733	0,01190	1,62
0,32	0,00920	0,01506	1,64
0,36	0,01105	0,01830	1,66
0,40	0,01285	0,02140	1,67

La dernière colonne de ce tableau montre que ξ croît toujours moins vite que la hauteur h des vagues. Par suite, dans l'expression (14), le terme

$$\frac{L}{\pi h} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{\xi}{\rho - a}$$

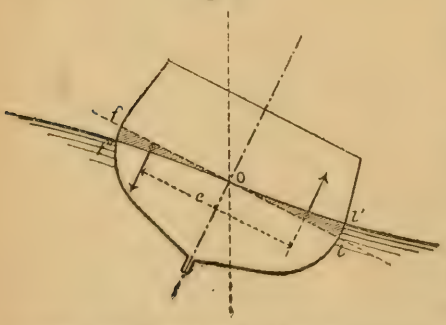
devient plus grand, quand la houle est plus inclinée, et cela pour les navires de toutes les dimensions. Plus les navires sont larges, d'ailleurs, plus l'accroissement de ξ tend à se rapprocher de la proportionnalité à celui de h.

Les valeurs de ξ n'ont été calculées que pour des valeurs de l_m limitées à 0,40 L, au lieu d'aller jusqu'à L.

Le terme ξ, calculé dans la supposition qu'il représentait δ tout entier, se trouve dans les *Données théoriques et expérimentales,* N° 51 ; les valeurs correspondantes de β figurent, sous la notation μ'', au N° 58 *(Suite),* pour un certain nombre d'anciens bâtiments ; nous donnerons plus loin les valeurs corrigées de δ, β, ν, pour ces bâtiments.

6. — La seconde cause de l'excentricité du centre de poussée consiste dans la forme courbe de la flottaison des navires, de part et d'autre du point d'inflexion des vagues.

Fig. 2.



Considérons un navire ayant son axe de flottaison en O, fig. 2. Entre la flottaison réelle $f'Ol'$ et le plan tangent à la vague fOl, se trouvent compris deux onglets curvilignes fOf' et lOl', l'un émergé du côté du

sommet, l'autre immergé du côté du creux, qui tendent à relever le navire ; l'effet de ces deux onglets est de repousser le centre de poussée, simple centre de volume cette fois, du côté du creux de la vague.

Soit ζ la quantité dont le centre de carène se déplace; le moment de redressement V F ζ est égal au moment du volume des deux onglets fOf', lOl', dans lesquels nous négligerons les variations de direction et d'intensité de la poussée élémentaire. Supposons le navire partagé, perpendiculairement à l'axe O, en tranches d'épaisseur uniforme Λ ; soit, dans chaque tranche, σ_1 et σ_2 les sections des deux onglets, et e_1 e_2, les distances respectives de leurs centres de gravité au point O; posons

$$e_1 + e_2 = 2\,e.$$

Le moment de chaque tranche est

$$\mathrm{F}\,\Lambda\,(\sigma_1 + \sigma_2)\,e,$$

et le moment total est

$$\mathrm{F}\,\Lambda \sum (\sigma_1 + \sigma_2)\,e = \mathrm{F\,V}\,\zeta. \tag{16}$$

On a ainsi

$$\zeta = \frac{\Lambda \sum (\sigma_1 + \sigma_2)\,e}{\mathrm{V}}. \tag{17}$$

Il est à remarquer que la détermination de ζ peut se faire directement par le calcul; elle présenterait même moins de difficulté que celle de μ, car il s'agit simplement de déterminer des aires et des centres de gravité de segments de trochoïde. Il a semblé cependant plus commode de procéder par des quadratures, comme pour la détermination de ξ.

Une seule inclinaison de vagues a été considérée, celle qui correspond au rapport 0,05 de h à L. L'épure a été tracée avec un L de 2^m et un h de $0^m,1$. Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau N° 4.

RÉSULTATS BRUTS CALCULÉS SUR L'ÉPURE, POUR $L = 2^m$.

$2y = fol$	σ_1	σ_2	e_1	e_2
$0^m,10$	$0^{m2},0000006$	0,0000005	0.0330	0,0326
$0^m,20$	$0^{m2},0000030$	0,0000024	0,0697	0,0703
$0^m,30$	$0^{m2},0000106$	0,0000090	0,1120	0,1140
$0^m,40$	$0^{m2},0000312$	0,0000276	0,1558	0,1570
$0^m,50$	$0^{m2},0000740$	0,0000620	0,1972	0,1960
$0^m,60$	$0^{m2},0001542$	0,0001230	0,2390	0,2362
$0^m,70$	$0^{m2},0002907$	0,0002281	0,2804	0,2780
$0^m,80$	$0^{m2},0004992$	0,0003880	0,3205	0,3187
$0^m,90$	$0^{m2},0080100$	0,0006110	0,3604	0,3580
$1^m,00$	$0^{m2},0012200$	0,0009140	0,5003	0,3973
$1^m,10$	$0^{m2},0017887$	0,0013161	0,4404	0,4366
$1^m,20$	$0^{m2},0025452$	0,0018400	0,4808	0,4764
$1^m,30$	$0^{m2},0035257$	0,0025000	0,5212	0,5160
$1^m,40$	$0^{m2},0047712$	0 0033120	0,5617	0,5551
$1^m,50$	$0^{m2},0063217$	0,0042915	0,6020	0,5940
$1^m,60$	$0^{m2},0082260$	0,0054620	0,6422	0,6330
$1^m,70$	$0^{m2},0115257$	0,0168400	0,6824	0,6720

Tableau N° 5.

RAPPORTS APPLICABLES A TOUTES LES LONGUEURS DE VAGUES

$\frac{2y}{L}$	$\frac{(\sigma_1+\sigma_2)e}{L^3}$	$\frac{2y}{L}$	$\frac{(\sigma_1+\sigma_2)e}{L^3}$
0,05	0,000000005	0,50	0,000106380
0,10	0,000000048	0.55	0,000170180
0,15	0,000000277	0,60	0,000262344
0,20	0,000001149	0,65	0,000390635
0,25	0,000003342	0,70	0,000564207
0,30	0,000008233	0,75	0,000793340
0,35	0,000018106	0,80	0,001091000
0,40	0,000035444	0,85	0,001470050
0,45	0.000063389		

A l'aide du tableau n° 5, on obtient, pour toutes les ordonnées $2y$ de la flottaison d'un navire placé sur une vague de demi-longueur L quelconque, tous les moments partiels $(\sigma_1 + \sigma_2)e$, et le moment total, qui donne la valeur de ζ d'après l'équation (17). L'opération est juste dix fois moins longue que la détermination de ξ, pour laquelle on doit opérer sur dix lignes d'eau.

Le calcul complet, fait pour les cinq navires, *Carnot, Trèhouart, Charner, Troude, Lèvrier,* et des houles de 50^m et de 25^m de demi-longueur, a donné les dix valeurs suivantes de ζ. Ces valeurs devant être considérées comme fonction de la largeur moyenne de la flottaison λ_m, égale au quotient de sa surface par la longueur du navire,

nous inscrirons les $\frac{\lambda_m}{L}$ en face des $\frac{\zeta}{L}$ correspondants.

Tableau N° 6.

NOMS DES BATIMENTS	$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{L}$	$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{L}$
Carnot.....	0,43	0,001520	0,86	0,005718
Tréhouart.....	0,35	0,000998	0,70	0,003799
Charner	0,28	0,000640	0,56	0,002394
Troude	0,19	0,000318	0,38	0,001099
Lévrier.....	0,14	0,000274	0,27	0,000789

Ces dix valeurs particulières suffisent pour tracer une courbe continue permettant de déterminer ζ en fonction de λ_m, de même que l'on détermine ξ en fonction de l_m, pour un navire quelconque.

Cette courbe fournit la loi moyenne indiquée par le tableau suivant.

Tableau N° 7.

DONNANT IMMÉDIATEMENT ζ, EN FONCTION DE λ_m.

$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{\lambda_m}$	$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{\lambda_m}$
0,04	0,000064	0,16	0,000320
0,08	0,000137	0,20	0,000431
0,12	0,000222	0,24	0,000558

Suite du Tableau N° 7.

$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{\lambda_m}$	$\frac{\lambda_m}{L}$	$\frac{\zeta}{\lambda_m}$
0,28	0,000701	0,56	0,002367
0.32	0,000866	0,60	0,002723
0,36	0,001050	0,64	0,003115
0,40	0,001264	0,68	0,003528
0,44	0,001503	0,72	0,003972
0,48	0,001765	0,76	0,004450
0,52	0,002048	0,80	0,004945

7. — Avant de quitter l'étude de ξ et de ζ, pour passer à l'application des résultats qui viennent d'être obtenus, deux remarques sont à faire.

La petite distance ξ, d'après la manière dont elle est déterminée, peut être considérée comme normale à la direction de la poussée résultante ; mais il n'en est pas de même de ζ. La droite de longueur $2\ e$, à laquelle ζ est parallèle, fait avec l'horizontale un angle moindre que Θ, mais non égal à Θ_1 ; cet angle subit en effet une réduction analogue à celle exprimée par μ, mais il échappe entièrement à l'effet de μ'. Par suite l'excentricité δ ferme un triangle, dont un côté ξ peut être regardé comme perpendiculaire à V F, et dont l'autre ζ fait avec ξ un angle très ouvert; elle aurait donc dû, dans l'équation (14),

être multipliée par le cosinus d'un petit angle. Cette légère incorrection est à joindre à celles signalées plus haut dans les valeurs de μ et de μ'.

En second lieu, il serait inexact de considérer les deux termes ξ et ζ de l'excentricité δ comme pouvant donner lieu à deux facteurs distincts, μ'' et μ''', analogues à μ et μ', dont la valeur serait

$$(18) \qquad \mu'' = 1 - \frac{L}{\pi h} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{\xi}{\rho - a} \cdot$$

$$(19) \qquad \mu''' = 1 - \frac{L}{\pi h} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{\zeta}{\rho - a} \cdot$$

Le produit de ces deux facteurs est, en effet,

$$(20)\ \mu''\,\mu''' = 1 - \frac{L}{\pi h} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{\xi + \zeta}{\rho - a} + \left(\frac{L}{\pi h\,\alpha}\right)^2 \frac{\xi\,\zeta}{(\rho - a)^2} ;$$

il diffère de la véritable valeur de β, donnée par l'équation (14), de la quantité

$$(21) \qquad \left(\frac{L}{\pi h\,\alpha}\right)^2 \frac{\xi\,\zeta}{(\rho - a)^2} ,$$

qui n'est pas négligeable, à cause de la grande valeur de son premier facteur. Le terme (21) rend même le produit $\mu''\,\mu'''$ plus grand que μ'', dans le cas où μ'' est négatif, alors que β doit, au contraire, être toujours

moindre que μ''. On se rend bien compte de cette influence du terme erroné (21), qui peut renverser le sens de la correction due à ζ, en écrivant l'équation (20) sous la forme

$$(22)\quad ''_{\mu}\mu'''=1-\frac{L}{\pi h}\times\frac{1}{\alpha}\times\frac{\xi}{\rho-a}-\frac{L}{\pi h}\times\frac{1}{\alpha}\times\frac{\zeta}{\rho-a}\left(1-\frac{L}{\pi h\alpha}\frac{\xi}{\rho-a}\right),$$

et en remarquant que le troisième terme devient positif quand μ'' est négatif.

Je prémunis ici contre cette erreur possible, parce que je l'avais commise tout d'abord, dans le calcul de β, quand j'ai fait intervenir le terme ζ pour la première fois.

8. — La correction, apportée par la présente étude au calcul de β, consiste en somme dans la substitution de

$$\frac{\delta}{\alpha}=\frac{\xi+\zeta}{\mu\,\mu'},$$

à l'ancienne excentricité supposée égale à ξ dans l'équation (14).

Pour nous rendre compte de l'importance de cette correction, prenons les valeurs de ξ calculées dans les *Données théoriques et expérimentales,* pour treize navires de l'ancienne flotte, sur trois houles différentes, et mettons en regard les valeurs nouvelles qui les remplacent. Nous formons le tableau suivant : [1]

[1] Une erreur de position de la virgule a été corrigée dans quelques valeurs de ξ, sur les houles de 50^{m} de demi-longueur.

Tableau N° 8.

RELATIF A L'EXCENTRICITÉ (HOULES INCLINÉES A 8° 55')

NOMS DES BATIMENTS	HOULE DE 25m DE DEMI-LONGUEUR		HOULE DE 50m DE DEMI-LONGUEUR		HOULE SYNCHRONE AVEC LE ROULIS	
	ancien m ou ξ	$\frac{\delta}{\alpha}$	ancien m ou ξ	$\frac{\delta}{\alpha}$	ancien m ou ξ	$\frac{\delta}{\alpha}$
Suffren	0,1371	0,2989	0,0411	0,0640	0,0008	0,0018
Solférino (1870)...	0,1334	0,2866	0,0399	0,0620	0,0029	0,0053
Couronne.....	0,1208	0,2603	0,0348	0,0553	0,0101	0,0162
Flandre.....	0,1107	0,2299	0,0312	0,0493	0,0049	0,0085
Atalante.....	0,0821	0,1500	0,0217	0,0328	0,0063	0,0099
Magicienne.....	0,0630	0,1200	0,0155	0,0258	0,0077	0,0132
Calvados.....	0,0566	0,0995	0,0138	0,0217	0,0033	0,0089
Château-Renault..	0,0128	0,0238	0,0027	0,0056	0,0018	0,0039
Hirondelle.....	0,0106	0,0174	0,0023	0,0042	0,0006	0,0013
Renard.....	0,0073	0,0109	0,0016	0,0025	0,0003	0,0007
Lamothe-Piquet..	0,0069	0 0121	0,0015	0,0031	0,0032	0,0059
Corse.....	0,0034	0,0080	0,0007	0,0023	0,0026	0,0063
Crocodile.....	0,0096	0,0147	0 0022	0,0037	0,0033	0,0054

Ces changements dans la valeur de l'excentricité, modifient très notablement β et par suite ν [1]. Les nouvelles valeurs de β et de ν sont les suivantes :

[1] La valeur de α, ou de $\mu.\mu'$, n'a pas subi de correction, depuis la publication des *Données théoriques et expérimentales*.

Tableau N° 9.

DONNANT LE RÉDUCTEUR ν (HOULES INCLINÉES A 8° 55′)

NOMS DES BATIMENTS	HOULE DE 25m DE DEMI-LONGUEUR		HOULE DE 50m DE DEMI-LONGUEUR		HOULE SYNCHRONE AVEC LE ROULIS	
	β	ν	β	ν	β	ν
Suffren	− 2,282	− 1,276	0,297	0,233	0,980	0,947
Solférino (1870)	− 0,789	− 0,451	0,613	0,485	0,967	0,907
Couronne	− 0,055	− 0,032	0,776	0,618	0,934	0,918
Flandre	− 0,126	− 0,077	0,759	0,617	0,959	0,978
Atalante	+ 0,116	+ 0,077	0,807	0,676	0,942	0,857
Magicienne	0,578	0,400	0,909	0,774	0,954	0,851
Calvados	0,439	0,316	0,878	0,758	0,967	0,896
Château-Renault	0,879	0,708	0,972	0,881	0,980	0,902
Hirondelle	0,905	0,759	0,965	0,887	0,993	0,952
Renard	0,768	0,640	0,946	0,867	0,984	0,942
Lamothe-Piquet	0,934	0,800	0,983	0,902	0,968	0,870
Corse	0,968	0,834	0,991	0,921	0,974	0,850
Crocodile	0,880	0,760	0,970	0,906	0,956	0,878

Le tableau qui précède permet d'apprécier le rôle du réducteur ν, et d'expliquer par là, des différences d'amplitude dans les roulis des navires, dont l'influence de la concordance $m-1$ ne suffirait pas à rendre compte. Considérons par exemple le *Suffren*, l'*Atalante*, le *Lamothe-Piquet* naviguant de conserve sur une houle de 3s,65 de demi-période, ou 41m,6 de demi-longueur. Le réducteur ν du

Suffren est exactement nul, c'est ce qui nous a fait choisir la houle en question ; le roulis est donc rigoureusement nul en principe, et en pratique ne doit pas dépasser une fraction de degré, 0°,5 par exemple. Pour l'*Atalante*, dont le réducteur ne s'annule que sur les houles de 2ˢ,7, la valeur de ν est 0,6 environ ; en même temps la concordance $m - 1$ présente une valeur assez notable de 0,6 ; dans ces conditions l'amplitude d'apogée Φ_A ne peut être moindre que 5° ou 6°, c'est-à-dire peut-être dix fois celle du *Suffren*. Sur le *Lamothe-Piquet* la valeur de ν sera égale à 0,9 environ, d'après le tableau ; la houle est presqu'exactement synchrone avec le roulis ; la valeur de Φ_A doit être de 25° environ, ou 50 fois celle du *Suffren*.

L'extrême faiblesse de la valeur de ν du *Suffren*, à laquelle était en partie due la tranquillité à la mer de ce type de bâtiments, n'a pas été égalée depuis lors ; elle était due à la faiblesse de la hauteur métacentrique $\rho - a$, prévue à 0ᵐ,90 dans le projet, égale à 0ᵐ,60 à peine dans l'exécution. On ne pourrait rencontrer des ν aussi faibles que sur certains paquebots, plus étroits à la vérité que le *Suffren*, mais d'une stabilité encore moindre.

Il est inutile d'ailleurs de nous appesantir davantage sur des bâtiments disparus de la flotte ; nous ferons porter l'étude détaillée du réducteur ν et de son influence, sur des navires actuellement existants, à flot ou en chantier.

9. — Parmi les bâtiments de la flotte actuelle, les types choisis pour cette étude sont au nombre de sept, représentant les principales classes de bâtiments de combat, du cuirassé au simple torpilleur. Le tableau suivant fait connaître, pour chacun d'eux, toutes les données d'après lesquelles se détermine la position d'équilibre :

Tableau N° 10.

NOMS DES BATIMENTS	VOLUME DE LA CARÈNE V	HAUTEUR MÉTACENTRIQUE $\rho - a$	DEMI-PÉRIODE DU ROULIS T_n	DEMI-LONGUEUR DE LA HOULE SYNCHRONE L	LARGEUR MOYENNE DE LA CARÈNE l_m	LARGEUR MOYENNE DE LA FLOTTAISON λ_m	DISTANCE DU CENTRE DE CARÈNE A LA FLOTTAISON z
Iéna	11700^{m3}	$1^m,051$	$7^s,50$	$175^m,61$	$12^m,18$	$15^m,96$	$3^m,364$
Henri IV	8673^{m3}	$3^m,345$	$4^s,00$	$49^m,96$	$12^m,95$	$16^m,05$	$2^m,798$
Dupuy-de-Lôme	6142^{m3}	$0^m,778$	$6^s,00$	$112^m,40$	$7^m,81$	$11^m,21$	$2^m,700$
Chanzy	4604^{m3}	$0^m,855$	$5^s,52$	$95^m,04$	$7^m,89$	$10^m,86$	$2^m,293$
Troude	1821^{m3}	$0^m,610$	$4^s,87$	$74^m,15$	$4^m,92$	$6^m,65$	$1^m,608$
Dunois	874^{m3}	$0^m,819$	$4^s,20$	$55^m,08$	$4^m,28$	$6^m,07$	$1^m,130$
Grenadier	126^{m3}	$0^m,510$	$2^s,90$	$26^m,26$	$2^m,33$	$3^m,36$	$0^m,469$

Il ne sera ici question que des qualités nautiques des navires intacts, non des modifications que peuvent leur faire subir les avaries de combat. La hauteur métacentrique $\rho - a$ sera donc regardée comme une quantité invariable ; elle sera de plus regardée comme indépendante de l'inclinaison D du navire par rapport à la surface de l'eau. Cette dernière supposition est suffisamment exacte pour tous les navires considérés, à l'exception du *Henri IV,* dans les limites de l'inclinaison de la position d'équilibre par rapport à l'eau

$$D = \Theta (1 - \nu). \tag{23}$$

Pour le *Henri IV,* au contraire, dont l'arête supérieure

de caisson blindé entre dans l'eau sous l'inclinaison de 4° 1/2, la dénivellation correspondant à la position d'équilibre, fait subir à $\rho - a$ un changement de valeur très notable, même quand on laisse de côté les valeurs négatives de ν, pour s'en tenir aux valeurs allant de 1 à zéro. L'expérience d'inclinaison faite sur un modèle du *Henri IV* a donné en effet :

Tableau N° 11.

INCLINAISON PAR RAPPORT A L'EAU	HAUTEUR MÉTACENTRIQUE	DEMI-PÉRIODE T_n CORRESPONDANTE
0°	3m,35	4s,00
2°	3m,20	4s,09
4°	2m,94	4s,27
6°	2,m58	4s,56
8°	2m,24	4s,89
10°	1m,94	5s,26
12°	1m,68	5s,65

L'inclinaison des vagues peut très bien atteindre 12° ; la hauteur métacentrique initiale doit, d'après ce tableau, être alors réduite dans le rapport de 2 à 1 environ, et T_n dans le rapport $\sqrt{2}$ à 1, lorsque le réducteur ν est nul, et que la position d'équilibre reste verticale. Ce

changement de valeur de $\rho - a$ exerce, sur la valeur de ν, une répercussion évidente.

Après avoir tout d'abord traité le *Henri IV* comme les autres bâtiments, nous aurons donc à calculer la correction que devraient subir ses valeurs de ν, s'il suivait exactement les mouvements d'inclinaison de sa position d'équilibre.

A l'aide des données du tableau N° 10, le réducteur ν a été déterminé pour les 4 houles de.. 25^m, 50^m, 100^m, 200^m, de demi-longueur, ou de ..... $2^s,83$, $4^s,00$, $5^s,66$, $8^s,00$, de demi-période. Le rapport de h à L est toujours supposé égal à 0,05, correspondant à $\Theta = 9°,04$. Les résultats obtenus forment les quatre tableaux suivants :

Tableau N° 12.

($L = 25^m$, $T = 2^s, 83$)

NOMS DES BATIMENTS	μ	μ'	α	ξ	ζ	β	ν
Iéna	0,785	0,655	0,514	$0^m,2031$	$0^m,0497$	— 1,980	— 1,018
Henri IV	0,744	0,705	0,525	$0^m,2318$	$0^m,0504$	— 0,023	— 0,012
Dupuy-de-Lôme .	0,914	0,712	0,651	$0^m,0698$	$0^m,0174$	— 0,096	— 0,062
Chanzy	0,912	0,750	0,684	$0^m,0718$	$0^m,0159$	0,045	0,031
Troude	0,968	0,817	0,791	$0^m,0177$	$0^m,0044$	0,740	0,657
Dunois.....	0,976	0,868	0,847	$0^m,0118$	$0^m,0035$	0,860	0,728
Grenadier.....	0,988	0,943	0,932	$0^m,0018$	$0^m,0009$	0,967	0,901

Tableau N° 13.

($L = 50^m$, $T = 4^s,00$)

NOMS DES BATIMENTS	μ	μ'	α	ξ	ζ	β	ν
Iéna.....	0,952	0,810	0,771	$0^m,0688$	$0^m,0131$	0,357	0,275
Henri IV.....	0,944	0,840	0,793	$0^m,0809$	$0^m,0130$	0,775	0,615
Dupuy-de-Lôme.	0,975	0,844	0,823	$0^m,0177$	$0^m,0063$	0,761	0,626
Chanzy.....	0,980	0,866	0,849	$0^m,0178$	$0^m,0051$	0,800	0,679
Troude.....	0,994	0,905	0,900	$0^m,0042$	$0^m,0017$	0,932	0,839
Dunois.....	0,995	0,932	0,927	$0^m,0028$	$0^m,0014$	0,965	0,893
Grenadier.....	0,996	0,971	0,967	$0^m,0004$	$0^m,0004$	0,990	0,957

Tableau N° 14.

($L = 100^m$, $T = 5^s,66$)

NOMS DES BATIMENTS	μ	μ'	α	ξ	ζ	β	ν
Iéna.....	0,985	0,900	0,887	$0^m,0164$	$0^m,0051$	0,863	0,765
Henri IV.....	0,984	0,916	0,901	$0^m,0201$	$0^m,0051$	0,947	0,853
Dupuy-de-Lôme..	0,990	0,919	0,910	$0^m,0042$	$0^m,0024$	0,941	0,856
Chanzy.....	0,992	0,931	0,924	$0^m,0043$	$0^m,0021$	0,949	0,877
Troude.....	0,997	0,951	0,948	$0^m,0009$	$0^m,0007$	0,982	0,931
Dunois.....	0,998	0,965	0,963	$0^m,0006$	$0^m,0006$	0,991	0,954
Grenadier.....	0,997	0,985	0,982	$0^m,0001$	$0^m,0002$	0,997	0,979

Tableau N° 15.

($L = 200^m$, $T = 8^s$)

NOMS DES BATIMENTS	μ	μ'	α	ξ	ζ	β	ν
Iéna	0,994	0,949	0,943	0^m,0037	0^m,0021	0,963	0,908
Henri IV	0,993	0,957	0,950	0^m,0043	0^m,0023	0,987	0,938
Dupuy-de-Lôme	0,996	0,959	0,955	0^m,0007	0^m,0010	0,985	0,941
Chanzy	0,996	0,965	0,961	0^m,0008	0^m,0010	0,986	0,948
Troude	0,997	0,975	0,972	0^m,0003	0^m,0003	0,993	0,965
Dunois	0,997	0,982	0,979	0^m,0002	0^m,0003	0,994	0,975
Grenadier	0,998	0,993	0,991	0^m,0000	0^m,0001	0,999	0,990

Quelques valeurs particulières ont été déterminées, afin de permettre d'obtenir plus exactement, pour chaque navire, la demi-longueur de vagues donnant $\nu = 0$. On a calculé ainsi le ν du *Chanzy* pour $L = 12^m,50$, celui du *Dunois* pour $L = 10^m$, enfin celui du *Grenadier* pour $L = 2^m,50$ et quelques autres houles.

Ont été déterminées directement, pour tous les navires, les valeurs de ν sur leur houle synchrone, ce qui a donné le tableau suivant :

Tableau N° 16.

(HOULE SYNCHRONE AVEC LE ROULIS)

NOMS DES BATIMENTS	μ	μ'	α	ξ	ζ	β	ν
Iéna	0,994	0,942	0,936	0^m,0049	0^m,0026	0,953	0,892
Henri IV	0,944	0,840	0,793	0^m,0809	0^m,0130	0,775	0,615
Dupuy-de-Lôme.	0,992	0,927	0,920	0^m,0031	0^m,0020	0,955	0,879
Chanzy	0,994	0,927	0,921	0^m,0047	0^m,0023	0,944	0,870
Troude	0,996	0,934	0,930	0^m,0018	0^m,0011	0,968	0,900
Dunois	0,995	0,938	0,933	0^m,0021	0^m,0012	0,973	0,909
Grenadier.....	0,989	0,945	0,935	0^m,0017	0^m,0008	0,967	0,904

10. — L'ensemble des résultats qui précèdent a permis de tracer, pour les sept navires, la courbe des valeurs de ν en fonction de L. (Pl. 1.) La portion de ces courbes, qui peut être regardée comme exactement connue, est en traits pleins; leur prolongement en pointillé, qui va jusqu'à l'origine des coordonnées, montre simplement leur allure probable dans cette région. Les tables calculées ne permettent pas d'obtenir de points des courbes pour les houles dont la demi-longueur L est inférieure à la largeur totale des navires; ces houles ne présentent d'ailleurs aucun intérêt pour l'étude du roulis.

Le *Henri IV* est l'objet de deux courbes, l'une établie en attribuant à $\rho - a$ la valeur constante 3^m,35, l'autre corrigée, en prenant la valeur de $\rho - a$ qui correspond, en chaque point, à l'inclinaison Θ $(1 - \nu)$, d'après le tableau N° 11.

Telles qu'elles sont tracées, les courbes de la Pl. 1 suffisent à montrer comment le réducteur ν varie, en partant de valeurs négatives inférieures à — 1, comment il passe par zéro et augmente ensuite indéfiniment en tendant vers l'unité, de manière à perdre toute importance pratique sur les houles de plus de 150^{m} de demi-longueur.

Nous avons à rechercher maintenant, à l'aide de ces courbes, comment le réducteur ν, variable avec L, combine son action avec celle des deux paramètres supposés constants, la demi-période propre du roulis

$$T_n = \pi \sqrt{\frac{\Sigma\, m\, r^2}{P\ (\rho - a)}}, \tag{24}$$

et l'ecclisité

$$E = \sqrt{\frac{1}{N}} = \sqrt{\frac{43\ \Sigma\, m\, r^2}{M_1}}, \tag{25}$$

et comment il agit ainsi, sur l'amplitude des différentes sortes de roulis, que la note relative à l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone* nous a appris à distinguer.

11. — Considérons d'abord les houles de faible longueur.

Nous laissons de côté les très petites houles dont plusieurs vagues tiendraient dans la largeur d'un grand navire ; c'est apparemment sur les houles d'une demi-longueur comprise entre le tiers et la moitié de la demi-largeur du bâtiment, que la valeur de ν commence à devenir négative, pour croître très rapidement en valeur absolue. Le minimum (négatif) de ν est, d'après la formule (14), d'autant plus faible que la hauteur métacentrique est moindre ; nous l'avons trouvé égal à — 1,28 pour le *Suffren,* sur une houle de 25^{m} de demi-longueur ; il ne présente pas de valeurs aussi petites, sur la Pl. 1, et ne paraît devoir jamais

descendre à — 1 pour le *Henri IV* (sans correction).

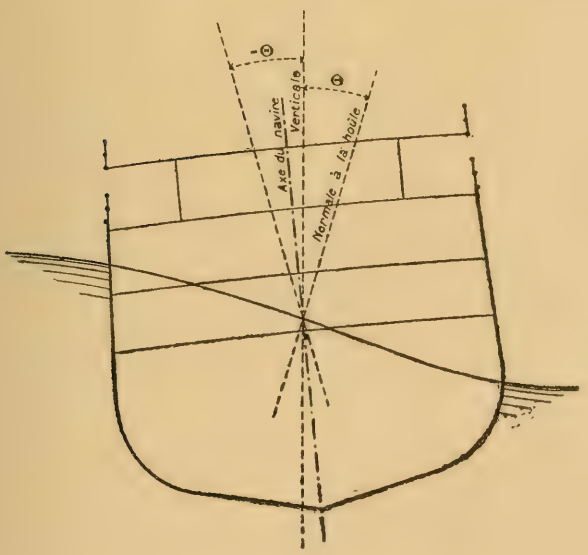
Les très faibles valeurs de ν, surtout celles inférieures à — 1, correspondent, d'une part, à de très faibles stabilités et par suite à de très longues périodes de roulis, d'autre part à de très courtes périodes de vagues ; elles ne se rencontrent donc que dans des circonstances où le roulis absolu reste presque nul. Le navire tend sans doute vers sa position d'équilibre inclinée de $\nu\,\Theta$, mais il ne l'atteint pas ; il n'a pas décrit le quart ou le cinquième d'un grand roulis d'équilibre négatif $-1{,}25\,\Theta$ ou $-1{,}5\,\Theta$, qu'une autre vague survient, agissant en sens contraire. Il est clair d'ailleurs, que de semblables roulis partiels, d'une période toute différente de T_n, ne peuvent pas *se perpétuer d'eux-mêmes;* ils manquent ainsi du caractère, qui, suivant la remarque de nos vieux auteurs, constitue le véritable roulis.

Ce qui précède peut encore s'appliquer aux valeurs de ν égales à — 1. Ici nous trouvons un exemple sur les courbes de la Pl. 1, car la partie calculée de la courbe de l'*Iéna,* va un peu au-delà du point correspondant à $\nu = -1$; la valeur de L est $25^{m},30$ pour $\nu = -1$, et la valeur de T correspondante est $2^{s},85$. Comme l'*Iéna* ne peut pas accomplir un demi-roulis en moins de $3^{s},75$, il n'est pas exposé à prendre l'inclinaison $-\Theta$, sous l'action d'une vague dont l'inclinaison passe de zéro à $+\Theta$ en $2^{s},85$. Donc, au point de vue du roulis absolu, la situation de l'*Iéna* est très satisfaisante pour $\nu = -1$, bien que la longueur de vagues correspondante à cette situation soit déjà grande.

Si nous considérons, au lieu du roulis d'équilibre $\nu\,\Theta$, la dénivellation D qui y correspondrait, les valeurs de ν égales à — 1 deviennent intéressantes à considérer, parce que, à un roulis absolu égal à la moitié de Θ seulement, par exemple, à contre-lames, correspond une dénivellation de trois demis de Θ, réellement atteinte. Sur les paquebots, en

particulier, où $\rho - a$ étant faible, la valeur de ν doit descendre à — 1 pour des vagues d'assez grande longueur, on observe facilement des dénivellations qui correspondent à 15° et même à plus de 15°, pour des angles de roulis absolus qui ne dépassent guère 5° sur un bord. Ces dénivellations le long du bord ont peu d'inconvénient sur les paquebots ; elles en auraient de sérieux, pour certains bâtiments de guerre, si nous considérions la stabilité après avaries de combat, et l'angle de dénivellation auquel elle peut s'annuler. On peut rappeler aussi, à ce sujet, les cas

Fig. 3.



de chavirement, jusqu'ici inexpliqués, qui se sont produits sur des torpilleurs à grande rentrée des œuvres-mortes ; la diminution de stabilité correspondant aux grandes dénivellations à contre-lames a pu ne pas y être étrangère.

12. — Après les valeurs négatives de ν, nous avons à considérer le cas beaucoup plus intéressant où le réducteur s'annule. Ici la durée des périodes n'intervient plus ; le navire suit exactement sa position d'équilibre, puisqu'il lui suffit, pour cela, de ne pas s'écarter de la verticale [1]. La dénivellation le long du bord est exactement connue : elle est toujours égale à Θ ; c'est donc le seul cas, où la correction, que nous avons fait subir à la courbe des ν du *Henri IV*, soit exactement applicable à l'étude du roulis de ce bâtiment.

D'après les courbes de la Pl. 1, les houles donnant une valeur de ν égale à zéro, aux sept navires considérés, présentent les données suivantes :

Tableau N° 17.

($\nu = 0$).

NOMS DES BATIMENTS	DEMI-LONGUEUR L	DEMI-PÉRIODE T	CONCORDANCE $\frac{2T - T_n}{2(T_n - T)}$
Iéna	42^m,000	3^s,67	— 0,02
Henri IV (corrigé)	28^m,000	3^s,00	+ 1,00
Dupuy-de-Lôme..	26^m,000	2^s,89	— 0,00
Chanzy	24^m,000	2^s,81	+ 0,02

[1] Nous continuons ici à négliger l'effet des forces hydrodynamiques étudiées sous le nom de *résistance active*, n^{os} 39 et 40 des *Données théoriques et expérimentales*.

Suite du Tableau N° 17.

NOMS DES BATIMENTS	DEMI-LONGUEUR T	DEMI-PÉRIODE L	CONCORDANCE $\frac{2T - T_n}{2(T_n - T)}$
Troude	13m,500	2s,08	— 0,13
Dunois.	10m,100	1s,80	— 0,12
Grenadier.....	5m,000	1s.27	— 0,11

Les houles de 3s et 3s, 5 de demi-période sont au nombre de celles qui se rencontrent fréquemment, surtout si l'on tient compte de l'influence de la marche du navire et de la période relative qui en résulte. Ainsi s'explique l'immobilité parfaite de certains bâtiments, qui *reçoivent la mer comme un rocher,* selon l'expression consacrée. Cette circonstance favorable ne se produisant pas sur les mêmes houles, pour les différents bâtiments, les uns roulent, quand les autres ne roulent pas, ainsi que nous l'avons exposé, à la fin du N° 9. Aux exemples cités, si nous ajoutons celui de l'*Iéna* et du *Troude,* sur la houle de 3s,67, nous trouvons pour le premier $\nu = 0$ et pour le second $\nu = 0{,}80$; la concordance $m - 1$ étant d'ailleurs supérieure à 1 pour le *Troude* d'après sa valeur de T_n, ce bâtiment roulera beaucoup, lorsque l'*Iéna* restera immobile. Il serait facile de multiplier ainsi les applications ; nous en donnerons de plus complètes au N° 16.

Sur le tableau 17, l'*Iéna* occupe un rang privilégié, qu'il doit à sa stabilité relativement faible. Il est destiné à rouler

très peu sur des houles plus longues, régnant plus habituellement en haute mer, que celles qui sont favorables au *Henri IV* et surtout au *Dupuy-de-Lôme* et au *Chanzy*. Les houles produisant peu de roulis seront toutes celles de 35^m à 49^m de demi-longueur environ, pour l'*Iéna*, et celles de 18^m à 32^m seulement, pour le *Dupuy-de-Lôme* et le *Chanzy*.

La troisième colonne du tableau 17 montre que l'effet du coefficient ν, dans le voisinage de ses valeurs nulles, indépendant en principe de celui du coefficient de concordance $m - 1$ [1] représentant l'effet des périodes, peut se trouver parfois exactement combiné avec lui ; ainsi, pour le *Chanzy*, le réducteur et le coefficient de concordance sont sensiblement nuls ensemble. Il est préférable que les circonstances annulant l'amplitude du roulis, en rendant nulle, soit la valeur de ν, soit celle de $m - 1$, se produisent sur deux houles différentes ; à ce point de vue le *Henri IV* présente, sur les autres navires, un avantage marqué.

Toute la région des courbes de la Pl. 1 où les valeurs de ν sont négatives, nulles, ou peu supérieures à zéro, correspond à des valeurs de L et par suite de T, pour lesquelles le coefficient de concordance reste très faible. Dans ces conditions, l'influence de la concordance, et surtout celle de l'ecclisité, doivent être à peu près nulles, d'après ce qui a été établi dans mes deux notes sur l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone*. C'est la région où l'influence du réducteur ν est prépondérante sur l'amplitude, faible d'ailleurs, du roulis.

[1] Au sujet de $m - 1$, voir l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone ; m* est le nombre des roulis qui composeraient une série d'oscillations, d'amplitude, soit croissante, soit décroissante, dans un milieu non résistant ; on en retranche une unité, pour tenir compte du roulis commun à deux séries consécutives.

13. — Si nous continuons à avancer vers la droite sur les courbes de la Pl. 1, nous voyons toutes les valeurs de ν augmenter ensemble en tendant vers l'unité, celle de l'*Iéna* continuant d'ailleurs à rester au-dessous des autres.

Les houles donnant une valeur de ν égale 0,5 sont les suivantes :

Tableau N° 18

($\nu = 0{,}5$)

NOMS DES BATIMENTS	DEMI-LONGUEUR L	DEMI-PÉRIODE T	CONCORDANCE $\frac{2T - T_n}{2(T_n - T)}$
Iéna.....	61m,10	4s,42	+ 0,22
Henri IV (corrigé)	45m,00	3s,80	+ 8,80
Dupuy-de-Lôme..	41m,50	3s,65	+ 0,27
Chanzy.....	37m,50	3s,47	+ 0,34
Troude.....	18m,80	2s,45	+ 0,01
Dunois.....	15m,50	2s,23	+ 0,07
Grenadier.....	7m,80	1s,58	+ 0,10

A partir des points où le coefficient de concordance

$$m - 1 = \frac{2T - T_n}{2(T_n - T)} \tag{26}$$

devient positif jusqu'à celui où, sous son autre forme

$$m - 1 = \frac{2T_n - T}{2(T - T_n)}, \tag{27}$$

il devient négatif, c'est-à-dire pour toutes les valeurs de T comprises entre $\frac{1}{2}\,T_n$ et $2\,T_n$, l'action de ν se superpose à celle de $m - 1$. Les houles présentant ces périodes sont les plus importantes de toutes à considérer, puisqu'elles renferment, au milieu d'elles, la houle synchrone avec le roulis, qui conduit au roulis maximum Φ_M, et, de part et d'autre de la houle synchrone, celles qui donnent les grands roulis d'apogée Φ_A des séries croissantes et décroissantes.

14. — Nous connaissons l'influence de ν et celle de $m - 1$ sur l'amplitude du roulis, la première par les courbes de la Pl. 1, la seconde par les courbes et les tableaux de l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone*. Il reste à déterminer quelles sont, pour chaque navire, les valeurs de ces deux coefficients, qui correspondent à une même houle.

La correspondance entre les valeurs du réducteur ν et celles de la concordance $m - 1$, pour toutes les houles de demi-période allant de $\frac{1}{2}\,T_n$ à $2\,T_n$, est donnée par les courbes de la Pl. 2, qui ont été tracées de la manière suivante :

Les ordonnées sont les valeurs de ν, les mêmes que sur la Pl. 1. Comme abscisses, les demi-périodes des houles T ont été substituées aux demi-longueurs L. Pour chaque courbe de ν, on a pris une échelle d'abscisses différente, de manière à représenter, par une même longueur, la période T_n du roulis du navire auquel chaque courbe s'applique. L'origine A des T correspond, sur la figure, à $\frac{1}{2}\,T_n$; toutes les demi-valeurs de T_n portées à partir de là conduisent au même

point B, où l'on trouve, sur une même ordonnée, les valeurs du réducteur ν de tous les navires sur leur houle synchrone. De même en allant à une distance $\frac{3}{2} T_n$ de l'origine, on arrive en C, où une ordonnée unique correspond aux houles, qui ont une période double de celles du roulis de tous les navires.

On réunit ainsi, dans un rectangle, tous les arcs des courbes de ν compris entre $T = \frac{1}{2} T_n$ et $T = 2 T_n$; dans ce rectangle, chaque ordonnée correspond à une même valeur de la concordance $m - 1$ pour tous les navires et porte la valeur de ν de chacun d'eux ; $m - 1$ est nul en A et C sur les deux ordonnées extrêmes, et infini en B sur l'ordonnée du synchronisme.

Outre l'avantage de donner ainsi, sur chacune de ses ordonnées, toutes les valeurs du réducteur correspondant à une même concordance, la Pl. 2, d'après la règle de tracé suivie, présente celui de permettre d'obtenir facilement la valeur de la concordance $m - 1$ correspondant à toute valeur de ν considérée.

En effet, les deux équations (26) et (27), en y attribuant à T_n une valeur constante, égale à celle adoptée dans les abscisses de la Pl. 2, donnent la valeur de $m - 1$ pour toutes les valeurs de T. En portant ces valeurs de $m - 1$ en ordonnées, on obtient la courbe composée de deux branches à asymptote verticale commune, qui a été tracée Pl. 2, et dans laquelle les abscisses sont les mêmes que pour les courbes des ν.

La forme géométrique de la courbe des concordances $m - 1$ est assez curieuse ; elle s'établit de la manière suivante :

Remplaçons $m-1$ par y dans l'équation (26), et par z dans l'équation (27); remplaçons de plus T par x dans l'une et dans l'autre. Les deux équations deviennent:

$$(26') \qquad y = \frac{2x - T_n}{2(T_n - x)} ,$$

$$(27') \qquad z = \frac{2T_n - x}{2(x - T_n)} ,$$

qui représentent deux hyperboles équilatères, en apparence différentes. Si nous éliminons x entre les deux équations (26′) et (27′), nous obtenons

$$(28) \qquad z = -y - \frac{3}{2} .$$

La branche positive, la seule utile, de la courbe (27′) peut donc s'obtenir en faisant tourner la branche négative de (26′) autour de l'axe des x et en l'abaissant ensuite d'une hauteur égale à $\frac{3}{2}$. Comme l'asymptote horizontale de (26′) est située à la hauteur — 1, elle se trouve, après cette double opération, à la hauteur $-\frac{1}{2}$ seulement; on voit ainsi que la branche de droite de la courbe des $m-1$ peut s'obtenir en faisant tourner la branche de gauche autour de son asymptote verticale, et en la relevant ensuite, parallèlement à elle-même, d'une hauteur égale à $+\frac{1}{2}$.

Le tracé de la Pl. 2 met ainsi en lumière ce fait intéressant, que, de deux boules de périodes T différant de T_n d'une même quantité, l'une en plus, l'autre en moins,

la première donnera une concordance $m - 1$, supérieure de $\frac{1}{2}$ à la concordance de la seconde, et qu'elle produira par suite des roulis plus amples, indépendamment de l'effet du réducteur ν.

15. — Sur la Pl. 2, les courbes de ν relatives aux sept navires se présentent dans un ordre très différent de celui de la Pl. 1. Le *Henri IV* a une supériorité bien nette, qui était indiquée déjà par le tableau N° 16 ci-dessus, pour le cas de la houle synchrone, qui est plus prononcée encore, dans la partie gauche de la figure que pour la houle synchrone, et qui garde une certaine importance dans la partie droite jusqu'aux valeurs de $m - 1$ égales à 2 et même à 1.

Tableau N° 19.

NOMS DES BATIMENTS	HOULE SYNCHRONE		$T = \frac{4}{5} T_n$	
	ν	$\sqrt{\nu}$	ν	$\sqrt{\nu}$
Iéna	0,892	0,944	0,798	0,893
Henri IV (corrigé)	0,576	0,759	0,170	0,412
Dupuy-de-Lôme	0,879	0,938	0,772	0,879
Chanzy	0,870	0,933	0,757	0,870
Troude	0,900	0,949	0,830	0,911
Dunois	0,909	0,953	0,824	0,908
Grenadier	0,904	0,951	0,818	0,904

L'avantage que présentent, au point de vue de la faiblesse du réducteur ν, les navires à courte période T_n et à grandes dimensions transversales, dans les circonstances auxquelles la Pl. 2 se rapporte, était facile à prévoir ; il s'agissait seulement de le préciser. Le tableau inscrit sur la Pl. 2 fournit des chiffres comparatifs exacts. Les amplitudes de roulis maximum Φ_M et de grand roulis d'apogée Φ_A, les unes exactement, les autres approximativement proportionnelles, comme on sait, à $\sqrt{\Theta}$, sont, par suite, proportionnelles aux valeurs de $\sqrt{\nu}$ du tableau N° 19, 1° sur la houle synchrone, 2° pour $T = \frac{4}{5} T_n$:

Les qualités nautiques des monitors, qui n'atteignent jamais de roulis de grande amplitude, tiennent à deux causes, savoir : 1° la faible valeur de ν sur les houles qui pourraient donner ces roulis, d'après la concordance $m - 1$; 2° la faible valeur de l'ecclisité E, conséquence de l'augmentation que la résistance du pont dans l'eau fait subir au moment des résistances passives ordinaire M_1, dans l'expression (25). Sur le *Henri IV*, la première de ces deux causes se trouvera entièrement réalisée ; la seconde le sera incomplètement, en raison des superstructures partielles établies pour l'artillerie et le logement de l'équipage.

Le coefficient ν, réducteur de l'inclinaison des vagues, agit sur l'amplitude Φ_A des roulis d'apogée, en modifiant les deux angles dont celle-ci dérive :

1° L'amplitude d'apogée dans un milieu non résistant,

$$\Psi = (m - 1)\,\Theta \quad , \tag{29}$$

qui devient

$$\Psi' = (m - 1)\,\nu\,\Theta \quad ; \tag{30}$$

2° L'amplitude maximum dans un milieu résistant, [1]

$$(29') \qquad \Phi_M = E\sqrt{\Theta} = \sqrt{\frac{\Theta}{N}} \ ,$$

qui devient

$$(30') \qquad \Phi_M = E\sqrt{\nu}\ \sqrt{\Theta} = \sqrt{\nu}\ \sqrt{\frac{\Theta}{N}} \ .$$

L'action de ν, d'après ces formules, est particulièrement forte, lorsque Φ_A dépend de Ψ plus que Φ_M, c'est-à-dire lorsque la valeur de $m - 1$ est faible. [2]

Quand on suppose, comme c'est ici le cas, que T est moindre que T_n, les changements de valeur de ν sont eux-mêmes d'autant plus rapides que $m - 1$ est moindre, ce qui augmente l'effet de $(m - 1)$ sur Φ_A.

Il y a ainsi double motif, quand la houle est courte, pour que le réducteur ν prenne l'influence prépondérante sur l'amplitude du roulis, signalée plus haut d'après l'examen de la Pl. 1.

16. — La correspondance entre les valeurs de ν et celles de $m - 1$ étant connue d'après la Pl. 2, il reste à combiner ensemble les trois variables E, $m - 1$, ν, pour avoir l'amplitude du roulis, en tenant compte de toutes les conditions dont elle dépend.

La Pl. 3 donne ce résultat pour quelques cas particuliers.

[1] Je néglige ici, comme d'habitude, le facteur constant K, probablement peu différent de l'unité, qui doit figurer dans l'expression de Φ_M ; on trouvera, note I, un calcul indiquant la valeur $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$, ou 1,25 pour ce facteur.

[2] Voir l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone*, deuxième note, tableaux III et IV.

Les deux figures de cette planche correspondent aux deux valeurs de la concordance 9 et 3, déjà adoptées sur les Pl. 4 et 5 de l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone*. Les valeurs adoptées pour ν, savoir 0,8 et 0,4 sur la première figure, 0,9 et 0,5 sur la seconde, sont en nombres ronds celles qui conviennent à l'*Iéna* et au *Henri IV*, pour les concordances considérées et du côté de la Pl. 2 qui correspond à $T < T_n$. Les deux valeurs 0,008 et 0,08, attribuées à la décroissance N, semblent assez bien applicables, la première à un grand cuirassé à fort moment d'inertie [1], la seconde à un bâtiment à résistance dans l'eau exceptionnellement élevée, tel qu'un monitor.

Les résultats principaux relevés sur la Pl. 3, sont les suivants :

Tableau N° 20.

AMPLITUDES D'APOGÉE D'UN CUIRASSÉ-CROISEUR ET D'UN MONITOR

	N = 0,008		N = 0,08	
$m - 1$	3	9	3	9
ν	0,8	0,9	0,4	0,5
Φ_A	16,75	28,25	5°,06	7°,29

D'après ce tableau, les amplitudes de roulis d'un monitor seraient inférieures à celles d'un grand cuirassé à faible

[1] La valeur de N trouvée pour le *Suffren* est 0,008, d'après les *Données théoriques et expérimentales*, N° 59. L'expérience de roulis factice avec mesure de la décroissance n'a jamais été faite sur un monitor ; nous doublons simplement ici le N du *Revenge* anglais, qui paraît avoir atteint 0,04 après addition de quilles latérales.

stabilité dans le rapport de 1 à 3,6 quand la concordance est égale. L'effet de ν peut seul être regardé comme exactement établi, tandis que celui de N est quelque peu hypothétique. Le résultat total, d'après les amplitudes calculées, ne semble point en désaccord avec les faits connus, si l'on tient compte de ce que l'amplitude Φ_A s'applique aux roulis relatifs ; ainsi, pour le monitor, il faut y ajouter l'inclinaison de la position d'équilibre, qui est de 4° environ, et on arrive, comme amplitude absolue, au chiffre de 11°,3 sur un bord, dans le voisinage du synchronisme.

Les courbes d'amplitude de roulis, Pl. 3, sont tracées pour $\Theta = 10°$, tandis que les valeurs de ν, d'après les Pl. 1 et 2, correspondent à $\Theta = 9°,04$. Il n'y a pas là de cause d'erreur appréciable, car ν ne peut guère varier, quand on passe des vagues de 9° à celles de 10° d'inclinaison.

Une observation d'un certain intérêt théorique est à faire, en ce qui concerne le *Henri IV* seul, au sujet des valeurs de ν et de $m - 1$ se correspondant les unes aux autres. Lorsque T_n varie avec la dénivellation, et par suite avec ν, comme sur le tableau N° 11 ci-dessus, la courbe unique des $m - 1$, telle qu'elle est tracée Pl. 2, ne peut plus convenir aux diverses parties de la courbe des ν, puisque son échelle des abscisses devrait varier d'un point à l'autre. La valeur de ν correspondant à $T = 4^s$, par exemple, porte la demi-période T_n de 4^s à $4^s,1$, et l'on ne sait plus dès lors quelle est exactement la houle synchrone du *Henri IV*. Pour $m - 1 = 3$, la valeur de ν trouvée égale à 0,356 donne $\Theta(1 - \nu) = 6°,44$ et par suite

$$T_n = 4^s,62$$

$$m - 1 = 1,06.$$

Au point où la courbe des ν coupe l'axe des abscisses, la valeur de T_n dépasse 5^s, et, pour ce nouveau T_n, la valeur

de ν cesse d'être nulle. Quoiqu'il en soit, le peu d'importance pratique de la première correction apportée aux courbes de ν du *Henri IV,* Pl. 1 et 2, autorise à ne pas aller plus loin, et dispense de chercher à tracer de nouvelles courbes sur la Pl. 2, pour tenir compte de la remarque qui précède.

17. — Considérons maintenant, sur la Pl. 2, le côté droit correspondant à $T > T_n$. Pour le *Henri IV* seul, les valeurs de ν gardent une valeur suffisamment faible pour avoir encore quelque influence sur l'amplitude du roulis. La courbe des ν du *Henri IV* est même encore assez inclinée sur l'axe des abscisses, au point $T = T_n$, pour déplacer vers la droite le point de roulis maximum ; par suite aux valeurs très élevées, de $m - 1$, le roulis maximum doit se produire avec $T > T_n$, et non avec $T = T_n$.

Pour tous les bâtiments autres que le *Henri IV,* les valeurs de ν sont constamment trop voisines de l'unité pour modifier le roulis.

Des figures semblables à celles de la Pl. 3, tracées en supposant $T > T_n$, donnent sensiblement les mêmes valeurs de ν et par suite de Φ_A que celles de la Pl. 3, quand on suppose $m - 1 = 9$. En faisant $m - 1 = 3$, la valeur de ν s'élève à 0,9 pour le navire N° 1 et à 0,7 pour le navire N° 2 ; les deux valeurs correspondantes de Φ_A sont 18°, 4 et 7°,3. Il a paru inutile de charger, de cette seconde série de courbes, les deux figures de la Pl. 3.

A la limite de la Pl. 2, à droite, pour $m - 1 = 0$, l'influence du réducteur ν est devenue insignifiante, même pour le *Henri IV.*

Les houles d'une demi-période supérieure à $2\,T_n$ ne fournissent l'objet d'aucune étude analogue à celle des n^{os} 11 et 12 ci-dessus sur l'effet des houles courtes. La valeur de ν

est sensiblement égale à l'unité. Le navire se présente sur la houle comme un simple petit flotteur ; et la lenteur du mouvement de sa position d'équilibre lui permet de le suivre librement. Le roulis d'équilibre devient alors un mouvement réel, exécuté en fait, auquel se superpose un roulis relatif, toujours de peu d'amplitude à cause de la faible valeur de la concordance $m - 1$. Ainsi se réalise, sans offrir d'ailleurs grand intérêt pratique, le roulis, tel que le comprenaient déjà nos auteurs du siècle dernier, et tel que le considèrent les théoriciens actuels, en prenant le mouvement d'un pendule dont l'axe d'oscillation serait soumis à un mouvement sinusoïdal. Cette question est en dehors du sujet du présent mémoire, puisque les valeurs de ν n'ont pas à y intervenir.

18. — Comme le présent mémoire est destiné à servir de complément à ceux déjà publiés dans cinq volumes de la *Société des Sciences de Cherbourg,* je ne saurais mieux conclure que par un résumé succinct des étapes successives de la théorie du roulis, à laquelle ce long travail a été consacré. Il ne sera pas inutile d'y joindre une indication des lacunes principales qu'il resterait encore à combler.

L'amplitude du roulis, dans toutes les circonstances possibles, dépend de l'*ecclisité* E, simple paramètre du navire, ainsi que de la *concordance* $m - 1$ et du *réducteur* ν, qui dépendent, l'un et l'autre, des périodes et des dimensions relatives du navire et de la houle.

L'ecclisité a été déterminée la première, dans l'expérience de roulis factice du *Renard,* en 1867. Son rôle, comme facteur unique de l'amplitude de roulis maximum ou roulis d'ecclisité, a été établi en 1869. Sa valeur numérique a été ensuite déterminée expérimentalement pour un grand nombre de navires. On a eu ainsi, dès 1875, des

résultats assez complets, se rapportant à la circonstance particulière qui est la plus importante de toutes : la limite supérieure des amplitudes se trouvait fixée, pour le cas du synchronisme.

L'effet de la concordance, dont le synchronisme n'est qu'une valeur particulière ($m - 1 = \infty$), a été étudié beaucoup plus tard. Les épures géométriques et les formules approximatives, permettant de déterminer l'amplitude des roulis d'apogée, ont été données en 1894-95, pour toutes les houles ayant leur demi-période comprise entre $\frac{1}{2}\ T_n$ et $2\ T_n$; les valeurs numériques calculées pour Φ_A paraissent exactes, pour les demi-périodes de houle allant de $\frac{7}{8}\ T_n$ à $\frac{8}{7}\ T_n$, limites correspondant à $m - 1 = 3$, et elles méritent d'être prises en considération entre $\frac{3}{4}\ T_n$ et $\frac{4}{3}\ T_n$, limites correspondant à $m - 1 = 1$; l'emploi des tracés graphiques permettrait d'obtenir des résultats plus complets et plus certains. Il serait possible d'appliquer la méthode suivie, aux houles d'une demi-période inférieure à $\frac{1}{2}\ T_n$ ou supérieure à $2\ T_n$, en considérant l'effet de plusieurs vagues se succédant pendant un seul roulis, et celui d'une seule vague ayant la durée d'un groupe de plusieurs roulis.

Le réducteur, enfin, vient d'être calculé pour toutes les circonstances de mer présentant un intérêt pratique. L'étendue de ses changements de valeur, et la manière dont ils se combinent avec les changements de valeur de la concordance, expliquent toutes les anomalies apparentes dans l'action d'une même houle sur différents navires, et per-

mettent de les prévoir par le calcul des amplitudes ; les conditions où le roulis s'annule se déterminent surtout avec précision. L'action du réducteur s'étend à toutes les houles, elle semble prépondérante quand la période est inférieure à $\frac{1}{2}$ T_n, reste toujours très faible quand T est plus grand que 2 T_n, et tend à s'annuler à mesure que T augmente.

Des trois données E, $m - 1$, ν, les deux dernières seules s'obtiennent par le calcul ; la première est purement expérimentale. Or, depuis vingt-cinq ans, l'expérience de roulis factice, avec mesure de la décroissance des amplitudes, a été singulièrement négligée ; on ne trouve à citer, dans cette longue période, que les études de Sir William White sur l'efficacité des quilles latérales, trouvée supérieure, sur les cuirassés, à ce qu'avait indiqué en 1874 l'expérience de la canonnière *Crocodile*. La connaissance des coefficients d'ecclisité applicables aux navires à construire fait grandement défaut ; c'est ainsi que, plus haut (N° 16), pour calculer l'amplitude du roulis d'un semi-monitor tel que le *Henri IV*, et la comparer à celle d'un cuirassé genre croiseur, il a fallu attribuer, par induction, à E, une valeur simplement probable. Ericson, il est vrai, n'en avait pas tant, quand il a lancé le premier monitor ; mais Ericson était un très audacieux homme de génie, plus encore qu'un grand ingénieur, et, au commun des constructeurs, l'audace n'est permise qu'en dernier recours.

L'observation de la décroissance du roulis, devient, il est vrai, de plus en plus difficile, sur les navires encombrés, où l'on ne trouve pas toujours la plate-forme nécessaire pour faire courir un nombre d'hommes convenable. Peut-être faudra-t-il donc recourir à des expériences de modèles. Le calcul suivant montre que la loi de similitude dynami-

que, rendrait très simple la comparaison entre le modèle et le navire.

Soit k le rapport de similitude.

Supposons le modèle léger et muni de masses mobiles, permettant d'amener son centre de gravité à la même hauteur que sur le navire, ce qui est facile, et de lui donner en même temps un moment d'inertie tranversal égal à celui du navire multiplié par k^5, ce qui est moins commode.

Nous voyons immédiatement, d'après la formule

$$T_n = \pi \sqrt{\frac{\Sigma m r^2}{P(\rho - a)}} , \qquad (24)$$

que le rapport p entre les périodes de roulis du modèle et du navire est égal à $\sqrt{k}$.

Dans le roulis, le rapport de la vitesse d'un point de la carène du modèle, à celle du point correspondant du navire, est

$$k \times \frac{1}{p} = k \times \frac{1}{\sqrt{k}} = \sqrt{k} ;$$

ce rapport est exactement celui fixé par la loi de similitude dynamique, pour que les forces soient proportionnelles à k^3, et, par suite, dans le même rapport entre elles que les poids et les poussées.

Dans la formule (25) de l'ecclisité, le dénominateur est d'ailleurs, comme le numérateur, proportionnel à k^5, parce que le moment M_1 correspond à des vitesses angulaires ramenées à la même valeur (l'unité) pour le modèle et pour le navire. L'expérience de décroissance de roulis exécutée sur le modèle donne donc, directement, la valeur de E applicable au navire.

Poussons les recherches plus loin, et supposons que le modèle, après l'expérience de roulis factice, soit soumis dans un bassin, à l'action d'une houle également factice. Le rapport adopté, entre les dimensions de la houle du bassin et celles de la houle de la mer que l'on a en vue, étant égal à k, le rapport entre les périodes des deux houles, en raison de la loi

$$L = \frac{g}{\pi} T^2 \quad , \tag{9}$$

est égal à $\sqrt{k}$. Le rapport de T à T_n est donc le même pour le modèle dans le bassin, et pour le navire sur la mer.

Les trois quantités E, $m - 1$, ν, étant théoriquement égales sur le modèle et sur le navire, les amplitudes de roulis doivent être les mêmes dans les conditions semblables. Les expériences de modèles sont donc applicables à l'étude du roulis, avec la même simplicité qu'à l'étude de la résistance à la propulsion, et probablement avec le même degré d'exactitude.

En ce qui concerne le réducteur ν, l'extension à donner aux limites entre lesquelles ses deux facteurs ont été calculés, et les rectifications dont le calcul de μ' est susceptible ont été indiquées plus haut. De plus, si l'étude de ν était un jour reprise d'une manière complète, elle devrait profiter des perfectionnements récents apportés à la théorie des fonctions elliptiques.

Enfin de nouvelles observations à la mer, analogues à celles qui ont fait l'objet du mémoire sur les *Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double,* seraient utiles dans tous les cas, et pourraient devenir indispensables, pour contrôler les résultats d'expériences faites avec des modèles.

L'étude expérimentale du roulis est surtout nécessaire quand la théorie de la concordance cesse d'être applicable, parce que la demi-période T de la houle sort des limites $\frac{3}{4}\,T_n$ et $\frac{4}{3}\,T_n$, peut-être même simplement des limites $\frac{7}{8}\,T_n$ et $\frac{8}{7}\,T_n$.

Dans ces derniers cas, il n'y a plus de séries de roulis régulièrement croissantes ou décroissantes. Les tracés de l'oscillographe représentent un roulis d'amplitude presque constante, avec des irrégularités de forme assez notables ; on y distingue en général deux mouvements ondulatoires distincts, dont un de période T_n, qui domine et impose sa période au mouvement total ; le second mouvement, lorsqu'il ne représente pas l'oscillation de la position d'équilibre elle-même, paraît produit par un roulis synchrone avec la houle, qui doit subir tout particulièrement l'influence de ν.

Il est intéressant de faire remarquer que, sur l'oscillographe double, la position d'équilibre du petit pendule n'est pas soumise à suivre l'inclinaison $\nu\,\Theta$, et qu'elle reste normale à une houle dont l'orbite est celle que décrit le centre de gravité du navire.

19. — Je n'ai fait, sur le tangage, que des recherches peu étendues, qui sont uniquement basées sur l'observation à la mer, et dont les résultats n'ont pas été publiés dans les Mémoires de la Société de Cherbourg. Les méthodes de calcul, que j'ai appliquées au roulis, sont en défaut pour le tangage, parce que, l'expérience en eau calme étant irréalisable, les valeurs de T_n et de N, et par suite celles de E et de $m - 1$ sont toujours inconnues. Le réducteur ν, au

contraire, pourrait se calculer pour le tangage, aussi bien que pour le roulis ; quelques mots relatifs à son application au tangage se trouvent par suite, bien placés, à la fin d'un mémoire consacré spécialement à ce réducteur.

Il est tout d'abord évident que ν doit être sensiblement nul pour un navire de très grande longueur, 200^m par exemple, sur des houles de 25^m ou de 50 mètres. Nous pouvons laisser de côté ce cas, qui, au large, sur l'Océan, ne se rencontre qu'exceptionnellement. Nous supposerons le navire compris tout entier sur le versant d'une vague.

Le caractère distinctif du réducteur, au point de vue du tangage, résulte de la très grande valeur de la hauteur métacentrique $R - a$ comparée à l'excentricité ∂ du centre de poussée ; $R - a$ est cent ou deux cents fois plus grand dans le tangage que $\rho - a$ dans le roulis, tandis que ∂ n'est pas dix fois plus grand. Par suite, il ne saurait être question de position d'équilibre à contre-lames ; cela est fort heureux pour les navires, car, en raison de la brièveté probable de la période de leur mouvement propre, les navires peuvent très bien, au tangage, suivre la position d'équilibre. En fait la valeur de ν se réduit sensiblement à celle de α, et même à celle de l'unique facteur μ, qui, d'après le tableau N° 1, peut descendre à 0,5 ou 0,4, dans les conditions considérées.

Mer debout, le réducteur ν fait plonger l'avant quand le navire monte sur le versant d'une lame et le fait émerger quand il descend sur le versant opposé. C'est une cause de dénivellation, qui s'ajoute à celle de même sens, due au retard du mouvement du navire par rapport au mouvement de la position d'équilibre. Ce sont les conditions les plus capables de produire les coups de mer.

Mer de l'arrière, l'effet de ν doit être analogue au précédent ; mais, à cette allure, le mouvement du navire n'a pas

de retard sur celui de la normale à la houle. Le danger d'atteindre de grandes dénivellations est par suite moindre.

L'étude du tangage, bien plus que celle du roulis exige l'emploi de procédés expérimentaux. Il serait possible que les expériences sur des modèles puissent suppléer aux expériences en eau calme sur les navires, et servir de complément utile aux observations à la mer.

NOTES COMPLÉMENTAIRES

A L'AMPLITUDE DU ROULIS SUR HOULE NON SYNCHRONE

I.

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'EFFET POSITIF OU NÉGATIF DES DIVERSES PARTIES DE LA HOULE.

La règle de concordance, sur le sens relatif des mouvements angulaires du navire et de la normale à la houle, pour produire, soit une augmentation, soit une diminution d'amplitude du roulis, se renverse complètement, selon qu'il s'agit d'un rappel et d'une abattée. De là résulte une certaine difficulté à exprimer, sur une figure unique, l'effet des diverses parties de la houle.

Sur la figure 2, Pl. 1, de l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone,* j'ai obtenu le résultat cherché, en représentant le mouvement du navire, par l'angle de roulis total compté d'un point mort à l'autre, avec son signe, et l'oscillation de la normale à la houle, par la totalité de l'angle décrit, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre,

entre un sommet et un creux. Cette figure est exacte et atteint le but proposé ; mais elle est d'une lecture incommode, en raison de la discontinuité des courbes.

Or, si l'on remarque que pour le navire, la vitesse angulaire est de même signe que l'angle d'inclinaison pendant les abattées, et de signe contraire pendant les rappels, on peut énoncer de la manière suivante, la loi d'après laquelle il y a augmentation ou diminution des amplitudes :

« L'effet de la houle est positif, c'est-à-dire produit une « augmentation d'amplitude, quand l'angle d'inclinaison « du navire et la vitesse angulaire de la normale à la houle « sont de signe contraire.

« L'effet de la houle est négatif, c'est-à-dire produit une « diminution d'amplitude, quand l'angle d'inclinaison du « navire et la vitesse angulaire de la normale à la houle « sont de même signe. »

Sous cette forme, la loi peut s'exprimer par une figure très claire et très simple, obtenue en superposant les deux courbes continues qui représentent, l'une les inclinaisons du navire par rapport à la verticale, la seconde les vitesses angulaires de la normale à la houle.

Il va de soi que, dans le cas où le réducteur ν est négatif, la loi qui précède doit être intervertie de la manière suivante :

« L'effet de la houle est positif quand l'angle d'inclinai- « son du navire et la vitesse angulaire de la normale à la « houle sont de même signe, et inversement. »

C'est en effet la vitesse angulaire de la position d'équilibre qui détermine l'effet positif ou négatif du passage de la houle, et cette vitesse est de sens contraire de celle de la normale à la houle, lorsque ν est négatif.

Sur la nouvelle fig. 2, on pourrait, plus facilement que sur l'ancienne, remplacer les courbes sinusoïdales par des

courbes trochoïdales tenant compte de la dissymétrie entre le sommet et le creux des vagues. On obtiendrait ensuite, pour la fig. 3 de la même planche 1, une courbe à sommets également dissymétriques remplaçant l'ancienne ligne brisée *AAA*. On obtiendrait enfin, sur cette fig. 3, une nouvelle courbe *BBB* des amplitudes Ψ de roulis sans résistance tenant compte de la forme trochoïdale de la houle.

Rappelons que la possibilité de tracer la courbe *BBB* correspondant au profil réel de la houle constitue un des deux avantages de la méthode graphique sur l'ancienne manière algébrique de calculer l'amplitude du roulis ; elle permet d'éviter l'erreur provenant de la variation des coefficients, que l'on suppose constants dans l'équation différentielle du roulis afin d'intégrer. Le second avantage est, comme on sait, l'application de la loi exacte de la résistance passive en fonction de la vitesse angulaire.

II.

DU FACTEUR CONSTANT, DANS LA FORMULE DE L'AMPLITUDE MAXIMUM DU ROULIS.

Dans les équations (5) et (7) de la première note, et l'équation (9) de la deuxième note, *Amplitude du roulis sur houle non synchrone,* j'ai indiqué la présence d'un facteur K, inconnu mais constant, dans la formule du roulis maximum :

$$(30'') \qquad \Phi_A = K\sqrt{\frac{\Theta}{N}} = K\,E\,\sqrt{\Theta}$$

Le calcul d'après lequel K serait égal à $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$, ou à 1,25, est le suivant :

Le travail élémentaire du couple de stabilité $P(\rho - a)\varphi$, pendant que le navire décrit l'angle de roulis relatif $d\varphi$ et sa position d'équilibre l'angle $d\theta$, a pour expression,

$$P(\rho - a)\varphi(d\varphi + d\theta) . \tag{31}$$

Or, si nous supposons que les angles φ et θ varient suivant les lois de deux mouvements pendulaires, synchrones, de période égale à $\frac{2\pi}{\varepsilon}$, la loi de concordance des roulis croissants nous donne :

$$\begin{cases} \varphi = \Phi \cos \varepsilon t , \\ \theta = \Theta \sin. \varepsilon t . \end{cases} \tag{32}$$

L'expression (31) devient ainsi

$$P(\rho - a)\Phi(\Phi \varepsilon . \sin \varepsilon t \cos \varepsilon t + \Theta \varepsilon \cos^2 \varepsilon t)\, dt .$$

Si nous prenons l'intégrale entre 0 et $\frac{\pi}{\varepsilon}$, le premier terme entre parenthèses, qui passe par deux séries de valeurs égales et de signe contraire, donne une intégrale nulle ; pour l'intégrale du second terme, nous avons :

$$\int_0^{\frac{\pi}{\varepsilon}} \pm \cos^2 \varepsilon t\, dt = 2\int_0^{\frac{\pi}{2\varepsilon}} \cos^2 \varepsilon t.\ dt = \frac{\pi}{2\varepsilon}$$

Le travail total du couple de stabilité, d'un point mort à l'autre, est ainsi

$$T = P(\rho - a)\Phi\,\Theta\frac{\pi}{2} . \tag{33}$$

Or, si nous appelons $\Delta\Phi$ l'augmentation d'amplitude produite, elle correspond à un travail du couple de stabilité égal à

$$P(\rho - a)\Phi\,\Delta\Phi , \tag{34}$$

différence entre le travail moteur pendant le rappel Φ et le

travail résistant pendant l'abattée $\Phi + \Delta\,\Phi$. Les deux travaux (33) et (34) étant égaux, nous obtenons

$$(35) \qquad \Delta\,\Phi = \frac{\pi}{2}\,\Theta\ .$$

En égalant l'augmentation $\Delta\,\Phi$ due au travail du couple de stabilité, à la diminution

$$(36) \qquad \Delta\,\Phi = N\,\Phi^2\ ,$$

due au travail des résistances passives, nous arrivons à l'expression de l'amplitude maximum,

$$(37) \quad \Phi_M = \sqrt{\frac{\pi}{2}}\,\sqrt{\frac{\Theta}{N}} = 1{,}25\,\sqrt{\frac{\Theta}{N}}\ .$$

L'hypothèse exprimée par les équations (32) ne présente pas d'ailleurs les garanties d'une exactitude supérieure à celle que j'ai adoptée en 1869 dans l'*Étude sur la houle et le roulis,* et qui, par un calcul plus simple encore que le précédent, conduit à

$$(30) \qquad \Phi_M = \sqrt{\frac{\Theta}{N}}$$

Il est facile de voir que les équations (32) supposent simplement que l'on néglige l'effet de la dissymétrie des vagues entre les sommets et les creux. C'est ainsi que l'étude du roulis sur houle sinusoïdale, dans un milieu non résistant, a conduit MM. Pollard et Dudebout à l'équation (35) dans leur grand traité de la *Théorie du navire* n^{os} 232, 243.

La dissymétrie des sommets et des creux, qui bouleverse l'équation différentielle du roulis telle qu'on la dispose en vue de l'intégration, a vraisemblablement pour effet de diminuer l'accroissement (35) calculé pour $\Delta\Phi$. Nous sommes ainsi conduits à la conclusion que le coefficient K, s'il est supérieur à l'unité, doit rester au-dessous de 1,25.

III.

EXPRESSION EMPIRIQUE DE L'AMPLITUDE DU ROULIS D'APOGÉE.

L'expression empirique (12) de l'amplitude du roulis d'apogée donnée dans l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone,* présente des fautes d'impression qui la rendent méconnaissable. Elle doit être rétablie de la manière suivante, en représentant les deux constantes arbitraires par ω et η, les deux lettres α et β ayant reçu plus haut une autre application,

$$(38)\ \Phi_A = \left\{(m-1)\,\Theta\right\}^{\frac{1}{1+\omega\,N(m-1)}} \times \left\{\sqrt{\frac{\Theta}{N}}\right\}^{\frac{N(m-1)}{N(m-1)+\eta}}$$

J'ai fait l'essai de cette formule, en attribuant aux constantes arbitraires les deux valeurs

$$\omega = 75{,}892, \qquad \log\omega = 1{,}8801960$$

$$\eta = 0{,}025545, \qquad \log\eta = 2{,}4073059$$

Les résultats obtenus sont assez sastisfaisants. En divisant les nombres calculés, par ceux du tableau I de

l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone,* on a les rapports suivants :

Tableau n° 21.

N	$m-1=9$	$m-1=7$	$m-1=5$	$m-1=3$	Moyenne des quatre rapports
0,004	0,84	0,84	0 84	0,89	0,852
0,012	0,98	0,97	0,98	1,00	0,980
0,020	1,02	1,03	1,04	1,08	1,042
0,028	1,04	1,09	1,08	1,13	1,060
0,032	1,05	1,05	1,10	1,16	0,090
0,040	1,06	1,07	1,09	1,13	1,088
moyennes	0,998	1,008	1,022	1,065	»

La formule (38), d'après ce tableau, est suffisamment exacte, surtout dans les limites entre lesquelles N reste généralement compris. Elle rend très bien compte de l'effet de la concordance $(m - 1)$.

Si l'on voulait se rapprocher davantage encore des chiffres du tableau I de l'*Amplitude sur houle non synchrone,* en corrigeant les écarts des deux moyennes 0,852 et 1,13 correspondant aux valeurs extrêmes de N, il faudrait introduire un facteur en N, dont la valeur paraît être

$$0{,}000264\ N^{-2{,}61}.$$

Les calculs numériques n'ont pas été poussés plus loin.

IV.

SUR LE WAVE-MAKING POWER.

Dans l'*Amplitude du roulis sur houle non synchrone,* j'ai indiqué l'intérêt que présenterait l'étude de la vitesse des torpilles Whitehead lancées à diverses profondeurs, pour élucider la question du *Wave-making power*. A ce sujet, un ingénieur en mission à Fiume vient de compulser les registres de lancement; il en a extrait les résultats de 150 tirs récents exécutés sur vingt et quelques torpilles; il a groupé ensuite les tirs faits à des profondeurs différentes, les autres conditions de l'essai étant les mêmes. La profondeur des trajectoires a varié entre $1^m,50$ et $6^m,00$; les hélices ont toujours été ainsi dans des conditions convenables de fonctionnement. Les registres sont muets sur l'agitation qui pouvait se produire à la surface de l'eau.

Le résultat de ces recherches a été d'établir que, dans les limites considérées, la profondeur est absolument sans influence sur la vitesse des torpilles. Voici, comme exemple, les relevés relatifs aux expériences, dans lesquelles la profondeur a varié dans les limites les plus étendues :

Profondeur.....		$1^m,50$	$2^m,00$	$3^m,00$	$5^m,00$	$5^m,40$	$6^m,00$
Vitesse...	1er cas.	$29^m,34$	$29^m,45$	$29^m,34$	»	»	»
	2me cas.	»	$28^m,52$	$28^m,22$	$27^m,67$	$27^m,57$	$28^m,17$

Le premier cas se rapporte aux essais des torpilles nos 5497 et 5489, qui ont donné des résultats identiques et le second à la torpille n° 4933 ; le chiffre $28^m,22$ est une moyenne entre deux tirs qui ont donné successivement $28^m,17$ et $28^m,27$ à la même profondeur.

V.

ERRATA.

Amplitude du roulis sur houle non synchrone (T. XXX des Mémoires de la Société).

Pages.

22. — Équation (7) à la fin, au lieu de = mettre —.

22. — Équation (8) au lieu de ψ_{n-3} mettre ψ_{n-1}.

28. — Équation (11) lire (10).

30. — Équation (11) ; γ est un exposant, et non un facteur du terme entre parenthèses.

37. — Écrire l'équation (17) de la manière suivante :

$$(17) \qquad \Sigma\, m\, r^2 = \left(\frac{T_n}{\pi}\right)^2 P\,(\rho - a).$$

41. — Rectifier la note du bas de la page de la manière suivante :

« L'expression (10) pour Φ_M devrait être remplacée par

$$\Phi_M = \frac{N_1}{2\,N_2} \pm \sqrt{\left(\frac{N_1}{2\,N_2}\right)^2 + \frac{\Theta}{N_2}},$$

ce qui compliquerait singulièrement la formule (12) en particulier.

Planches.

2. — Dans le titre, rétablir le signe — dans M — 1 (ou mieux m — 1).

3. — Sur la courbe N = 0,004, lire : l'horizontale de 50° est asymptote.

5. — Échelle de la figure, au lieu de 0,000325 mettre 0,00325.

ANCIENS MÉMOIRES :

Étude sur la houle et le roulis, T. XV, à la fin du N° 19 au lieu de tang. Θ, mettre sin Θ, et attribuer à Θ la valeur numérique 9°,04.

Données théoriques et expérimentales, N° 31, T. XVIII, p. 11 (ou p. 159 du *Mémoire*), à la septième ligne de la note du bas de la page, au lieu de : si la courbe des centres de carène roulait — lire : si la courbe enveloppe des flottaisons roulait.

TABLE DES MATIÈRES.

Nos.		Pages.
1.	— Objet du Mémoire	1
2.	— De la position d'équilibre	2
3.	— Théories successives. Facteurs du réducteur ν	4
4.	— Calcul du facteur α	10
5.	— Calcul du facteur β ; son expression algébrique en fonction de l'excentricité δ	12
6.	— Premier terme ξ de l'excentricité δ du centre de poussée.	14
7.	— Second terme ζ de l'excentricité	19
8.	— Remarques sur les deux termes ξ et ζ et sur la manière dont ils se combinent	21
9.	— Correction aux valeurs anciennement calculées du réducteur ν	24
10.	— Calcul du réducteur ν pour des navires nouveaux	30
11.	— Première représentation graphique des valeurs de ν	31
12.	— Valeurs négatives et nulles de ν	34
13.	— Valeurs positives de ν	37
14.	— Représentation graphique de la combinaison de ν et de $m-1$	38
15.	— Influence de ν sur le roulis maximum et sur les roulis d'apogée	41
16.	— Effets combinés du réducteur, de la concordance et de l'ecclisité sur l'amplitude du roulis. Application à un problème relatif aux cuirassés	43
17.	— Valeurs de ν voisines de l'unité	46
18.	— Conclusions générales. Application possible du principe de la similitude dynamique à l'étude du roulis	47
19.	— Influence du réducteur ν sur l'amplitude du tangage	52

Notes complémentaires à l'Amplitude du roulis sur houle non synchrone.

I.	Représentation graphique de l'effet positif ou négatif des diverses portions de la houle	54
II.	Du facteur constant dans la formule de l'amplitude maximum du roulis	56
III.	Expression empirique de l'amplitude du roulis d'apogée.	59
IV.	Sur le *Wave-making power*	61
V.	Errata	62

ESSAI
SUR L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE
DU PAYS D'ALENÇON

PAR

Mr LETELLIER, [1]

Conservateur du Musée d'Histoire naturelle d'Alençon,
Membre correspondant de la Société.

Je vais essayer de résumer l'Histoire géologique du *Pays d'Alençon,* c'est-à-dire de la partie du bassin de la Sarthe comprise entre les collines d'Ecouves et de Perseigne, et les massifs granitiques de Saint-Céneri et la Poôté, et de Gandelain. Je prie le lecteur de vouloir bien me suivre sur la Carte de l'État-Major, quarts de feuille : Alençon, S.-E. ; Mortagne, S.-O. ; Mayenne, N.-E., et Nogent-le-Rotrou, N.-O.

I. — ÈRE PRIMITIVE.

Il n'existe aucune *Roche primitive* dans le pays d'Alençon. Elles y ont été disloquées et détruites, ou recouvertes par les *Roches primaires,* comme nous le verrons tout à l'heure.

[1] Ce travail venait d'être remis à l'impression lorsque notre regretté collègue est décédé à Alençon le 24 mars 1898. Le Secrétaire de la Société a corrigé les épreuves en suivant strictement le manuscrit. — L. CORBIÈRE.

II. — ÈRE PRIMAIRE.

1re PÉRIODE. — FORMATION DU SYSTÈME PRÉCAMBRIEN.

Les plus anciens dépôts sédimentaires de notre pays sont les *Phyllades de Saint-Lô,* qu'on appelle aujourd'hui le *Précambrien.*

Dans leur état typique, ce sont des roches alumino-siliceuses grisâtres ou brunâtres, disposées par lits plus ou moins épais, de 1 ou 2 centimètres à 20 ou 30; clivables en parallélipipèdes obliques. Mais les variétés sont innombrables. On y trouve de belles ardoises, du moellon pour la bâtisse, des dalles de toutes dimensions, des parties dures propres au macadam; par métamorphisme, elles présentent des roches gneissiques, tantôt tendres, tantôt dures, noires, cristallines, imitant les porphyres ou les diabases; par altération, elles donnent des argiles jaunes comme l'ocre ou blanches comme le kaolin. Par places, elles alternent avec des lits de grauwackes et de quartz, ou sont coupées par des filons de quartz laiteux ou cristallisé, ou lardées de cristaux de pyrite cubique, ou imprégnées de marcassite (pyrite prismatique, pyrite blanche).

Les roches précambriennes, originairement en couches horizontales, sont aujourd'hui, partout en ce pays, redressées plus ou moins, souvent jusque près de la verticale, et elles plongent constamment au N. ou à peu près.

Ce plongement indique assez que nos Phyllades ont été redressés par l'un des grands plissements parallèles à l'équateur; ils occupent le versant N. de ce pli dont la formation est antérieure à la période silurienne.

Dans l'O. du département de l'Orne, et au delà, les Phyllades ont été traversés du S.-E. au N.-O. par de grands massifs de granite dont nous n'avons ici que l'extrémité S.-E., et du S. au N. par de nombreux filons de diabase.

Nous avons un de ces filons à l'E. du premier étang de Fontenai-les-Louvets. — Le Granite de Saint-Céneri est du même âge que les deux autres massifs.

Après l'éruption des granites et le redressement des couches des Phyllades, l'ensemble, Phyllades et Granite, fut recouvert par le Silurien et le Dévonien ; dans la période dévonienne, l'éruption de la granulite d'Alençon vint de nouveau déplacer les Phyllades, et les terrains déjà déposés au-dessus, c'est-à-dire le système Silurien, et se fit jour suivant une longue fente S.-O. — N.-E. passant par Alençon.

Entre l'époque de cette éruption et le milieu de l'Ère secondaire, de grandes érosions détruisirent de vastes étendues des terrains primaires supérieurs et mirent à nu une partie des autres. Seul, le Précambrien ne fut enlevé complètement nulle part ; il fut seulement érodé à la surface. Il forme à la surface de ce pays une couche absolument continue, sauf aux endroits où il a été traversé par les roches éruptives. On le reconnaît à sa *situation* sous tous les autres terrains sédimentaires ; à la *direction O.-E.* de ses bancs qui sont toujours *très relevés* et *plongeant au N.* ; à sa *puissance* ou épaisseur totale mesurée ou calculée perpendiculairement à la surface des bancs, et qui dépasse partout plusieurs kilomètres.

Indiquons les lambeaux de Précambrien rendus visibles ici par l'action des érosions.

A. — Massif de Perseigne.

Le lambeau le plus oriental est le massif de Perseigne, situé à 7 ou 8 km. au S.-E. d'Alençon.

D'après la Carte géologique de la Sarthe, feuille 2, il occupe un grand espace de forme grossièrement ovale,

ayant 15 km. du S.-O. au N.-E. et 7 km. de largeur. Il est coupé en partie, dans le sens de la largeur, par deux filons de porphyre quartzifère, et recouvert à l'extrémité N.-E. par le grès armoricain.

Sur tout son parcours, il est environné superficiellement par les Terrains secondaires, sous lesquels sa limite est indéfinie, sauf au N.-O. où il bute contre la Granulite d'Alençon à peu de distance de sa limite apparente.

La roche qui le compose est presque partout semblable au type : schiste plus ou moins brunâtre et clivable.

B. — Massif du bassin de la Sarthe.

Entre Condé-sur-Sarthe, Saint-Céneri, la Poôté, Boulay et les Buttes Sainte-Anne, le Précambrien se montre presque partout dans les vallées de la Sarthe et de ses affluents ; il bute au N. contre la Granulite, au S. et à l'O. contre le Granite. Il se montre aussi dans quelques plaines intermédiaires ; mais là, généralement, il est recouvert par des terrains plus récents, sous lesquels il se réunit évidemment au massif de Perseigne et à ceux de l'O., en dehors de mes limites.

Partout la roche est *métamorphique*, c'est-à-dire modifiée plus ou moins profondément par les deux roches éruptives qui ont agi, non-seulement au contact, mais souvent jusqu'à des distances considérables ; mais ces modifications variant considérablement suivant les localités et les distances à la roche éruptive.

1° Vallée de la Bouverie.

La vallée de la Bouverie est à 3 km. S.-O. d'Alençon, sur un affluent de la Sarthe. Le Précambrien s'y montre

sur un espace d'environ 1 km. sur 600 à 700^{m}. Au N., il bute contre la Granulite ; à l'E. et au S., il passe sous les terrains jurassiques et va se réunir à Perseigne ; à l'O., il se prolonge sous les Grès siluriens, au delà desquels nous le retrouvons, à 4 km., dans la vallée de la Sarthe.

La roche est la variété métamorphique la plus ordinaire dans tout le bassin, surtout au N. Elle est feldspathique, grise, avec des lignes de mica noir parallèles, interrompues et irrégulières ; elle est parsemée de grains de quartz cristallisé et de quelques cristaux de feldspath. Par places, elle rappelle le gneiss terne ou le porphyre. Les bancs, assez épais, plongent au N., et ont été exploités aux deux bouts de la vallée pour les constructions des fermes.

2° Vallée de la Sarthe, rive gauche.

Ici, le Précambrien bute au N. contre la Granulite sur le même parallèle qu'à la Bouverie, et ensuite, en avançant au S., il affleure en une bande étroite qui longe à l'E. la longue colline de grès armoricain de Hêloup et à l'O. la rivière jusqu'au coude près du château de Beaudet, puis un affluent S.-N. jusqu'aux Ménils. Ensuite la bande s'élargit en obliquant au S.-O., et occupe une surface notable au N.-E. et à l'E. de Moulins-le-Carbonnel.

Dans toute sa longueur, qui dépasse 8 km., cette bande de Précambrien est recouverte à l'E. par la colline de grès, de l'autre côté de laquelle sont le dépôt de la vallée de la Bouverie et des terrains secondaires.

La roche ressemble en général à celle de la Bouverie ; cependant, au départ, au Tertre, elle est silicifiée, dure et compacte ; plus au S., au Châble, elle est encore plus injectée de silice, noire, cristalline, très dure et rappelant la diabase ; de plus, elle est parcourue par des filons de quartz

gras ou laiteux et de quartz cristallisé. Plus loin, elle revient en bancs grisâtres, puis en grandes dalles et en prismes verticaux propres à faire des jambages de porte monolithes et des linteaux ; au pont de Mieuxcé, dans les fondations, on l'a trouvée décomposée en argile kaolinique autrefois employée pour la poterie.

La couleur s'éclaircit à mesure que l'on avance vers le Midi ; elle devient blanchâtre ou gris jaunâtre, comme on le voit aux belles tranchées sur la route de Moulins à Gesnes-le-Gandelain, limite S. de mon travail.

Dans toute l'étendue de la zone ci-dessus, tous les caractères essentiels du Précambrien sont nettement réunis : direction O.-E. ; plongement au N., presque vertical ; puissance de plusieurs kilomètres. Les couches de l'anticlinal silurien de Hêloup que longe la zone ont la direction N.-S. La discordance est donc tout ce qu'il peut y avoir de plus marqué, et il est absolument impossible de ranger la zone et l'anticlinal dans un même *système*.

Guillier, dans sa Géologie de la Sarthe, range les couches schistoïdes de l'E. de Moulins dans ses étages : *Poudingues schisteux* et *Schistes et Grauwackes*, immédiatement au-dessus des *Phyllades de Saint-Lô,* sans faire remarquer l'identité de *direction,* de *plongement* et de *puissance* qui impliquent l'*identité de système*. Ces caractères sont donc signalés ici pour la première fois.

Le nom de *Poudingues* peut être conservé à ces dépôts : mais il serait fâcheux d'y ajouter l'épithète *pourprés,* d'abord, parce qu'ils ne sont pas du tout pourprés, mais surtout à cause de la confusion qu'il faut éviter avec les vrais *poudingues pourprés* qu'on observe à la base du grès armoricain dans l'Orne et dans les départements voisins, à Livoie, Saint-Didier, Francheville, Sassy, aussi bien qu'à Villepail et à Laize. Ces derniers *poudingues pour-*

près sont toujours en *parfaite concordance avec le Grès armoricain.*

3° *Vallée de la Sarthe rive droite et plaines à l'O.*

Au S. de Condé-sur-Sarthe, près du moulin, arrive le ruisseau de Cuissai, venant du N. Si on le remonte, on trouve à 4 km., près du Moulin de Cuissai, en face de la ferme de la Lande, un bel affleurement de Précambrien. C'est le plus avancé au N.-E.

De ce point au confluent du ruisseau, la vallée est occupée par le Précambrien.

A l'E., ce Précambrien bute contre la Granulite jusqu'au S. du Moulin de Condé ; au S., il affleure jusqu'à Mieuxcé ; mais là, il passe sans aucun doute sous la Sarthe et sous les terrains récents pour se réunir au Précambrien de la plaine de Moulins, et se limiter au Granite ; au S.-O. et à l'O., il a pour limites forcées les granites de Saint Céneri et de Gandelain. Près du Sarthon, au N., il affleure à l'O. et au S. de la Butte-Chaumont sous laquelle il s'enfonce ; et je l'ai vu au N.-E. dans des sondages à Lonrai, près de la Granulite, depuis 15^{m} de profondeur jusqu'à 68^{m}.

4° *Vallées du Sarthon et des affluents du Sud.*

Ce n'est que la partie O. du massif de la vallée de la Sarthe. Il commence à Hauteville, près de la Roche-Mabile, au pied de la Roche Élie, et se montre dans les vallées d'érosion jusqu'au massif de Granite de la Ferrière et de la Poôté. Du côté O., il porte d'abord la lisière de Poudingues pourprés de la Roche-Mabile, sous laquelle il bute contre le Granite de Gandelain ; puis les buttes gréseuses de Montarbour et de Beauchêne. Ensuite, il occupe, soit à

la surface du sol, soit sous les roches siluriennes ou cénomaniennes, tout l'espace compris entre le massif de Granite de Gandelain et celui de la Poôté, en ne se laissant guère voir que dans les vallées et dans les plaines basses, sur les communes de Ravigny, Champfrémont et Boulay.

A la Roche-Mabile, le Précambrien est jaune rougeâtre, un peu zoné, presque compact et assez tendre ; plus bas, avant et après Saint-Denis, il est gris, zoné de noir, presque gneissique. Dans les tranchées du chemin de fer, il était imprégné de pyrite blanche et presque à l'épreuve de l'acier, mais très altérable à l'air humide. Dans la vallée du ruisseau de la Guimeraie, la roche est souvent constellée de taches et de points bruns ou blancs qui la font ressembler à un poudingue; mais le doute généralement n'est guère possible ; presque partout, la roche est homogène, les taches faisant corps avec le reste. D'ailleurs, elle est souvent en grandes dalles presque verticales, plongeant au N., d'où son nom local de *pierre debout*. Sa puissance est inconnue, preuve qu'elle est considérable ; enfin, elle est en stratification discordante avec les grès. C'est donc bien du Précambrien.

Dans les vallées du S., le type est ordinairement gneissique, par suite du métamorphisme causé par le Granite voisin.

GRANITE.

Le Granite est arrivé à la surface en traversant le Précambrien. Il lui est donc postérieur en ce pays. C'est pourquoi je le mentionne à cette place.

Deux massifs de Granite ont une de leurs extrémités dans les limites du présent travail, et s'étendent à une grande distance au delà ; l'un au S., dans la Sarthe et la Mayenne ; l'autre à l'O., dans l'Orne.

A. — Massif de Saint-Céneri et de la Poôté, au S.

Le premier affleurement apparent au N.-E. du massif s'observe dans la commune de Moulins-le-Carbonnel, rive gauche de la Sarthe, aux villages des Épinais et de la Planche ; mais il est bien évident que ce granite s'avance plus loin, à l'E. et au N., sous les terrains récents, va buter contre le Précambrien qu'on exploite à 800^{m} à l'E., près du chemin de la Pégorerie, et se réunit au N., assez près de la Sarthe, à la prolongation de l'affleurement granitique de l'Angerie, sur la rive droite de la rivière.

Ensuite, sur la Ferrière-Bochard, à l'O. de la Sarthe, la limite est encore masquée par le Cénomanien ferrugineux et les alluvions ; mais elle se trouve forcément sur une ligne partant de l'Angerie et passant par la Lermerie, l'église de la Ferrière et le moulin de Gibard, sur le Sarthon ; car on observe de part et d'autre de cette ligne des affleurements de Granite et de Précambrien qui permettent de la jalonner.

A l'O. du Sarthon, la limite du Granite passe sous le Cénomanien, et au delà les deux roches anciennes sont en contact à partir de la Bourousière, sur une ligne presque droite allant à Coulençon (S. de Boulay), et sur une autre ligne qui descend au S.-O. par Barillon et contenue en dehors de mes frontières.

La roche de ce massif est du type ordinaire en ce pays (granite bleu de Vire). Elle est profondément altérée à la surface ; ce n'est qu'à quelques mètres et au centre du gros bloc qu'on trouve le granite bleu.

B. — Massif de Gandelain et la Lacelle, à l'O.

La partie que j'ai à citer est l'extrémité de la grande zone S.-E. — N.-O. qui, s'avançant de part et d'autre des

collines de Monnaie et des Andaines, dans l'O. du département de l'Orne et au delà, dans celui de la Manche, va se terminer au N.-E. de la baie du Mont Saint-Michel.

Au S. comme au N., cette longue zone de Granite est enserrée par le Précambrien ; mais les limites sont souvent recouvertes par les étages du Silurien. Spécialement, dans ce pays, tout près et à l'O. de Saint-Denis, le Granite porte en partie les buttes de Beauchêne et de Montarbour. A l'extrémité E., le contact du granite et du schiste reste constamment à l'O. de la vallée du Sarthon, où le Précambrien est partout dénudé et apparent sur les deux rives.

La roche, type bleu de Vire, ne se voit qu'en profondeur ; la décomposition et l'altération dépassent souvent 10^{m}.

L'arrivée des granites a modifié à divers degrés les schistes précambriens qu'ils ont traversés. Au contact et souvent jusqu'à une certaine distance, les schistes sont plus siliceux, cristallins, micacés et compacts ; plus loin, ils sont quelquefois remplis de points noirs ou de taches noires, blanches ou vertes, comme on le voit dans la vallée du ruisseau de la Guimeraie.

2me PÉRIODE. — FORMATION DU SYSTÈME SILURIEN.

Après le redressement des bancs du Précambrien, le pays était recouvert par une mer violemment agitée ; les flots arrosaient la tranche des bancs relevés, se chargeaient d'argile et déposaient par places, sur des rivages disparus, des sables rouges ferrugineux mêlés de galets. Ces sables, en s'agglomérant, formèrent des bancs de grès rouges lardés de galets. Au-dessus, se déposèrent des couches de schistes rouges, puis des schistes et des grès de couleurs plus claires, puis des grès feldspathiques, dont l'ensemble

est appelé par extension *Poudingues pourprés* et plus exactement *Silurien inférieur*.

Ces terrains n'existent pas dans le pays d'Alençon, sauf sur une faible étendue à la Roche-Mabile ; mais on peut les voir à Livaie, à Saint-Didier et surtout à Francheville, sur la route d'Argentan, où la série est plus complète.

Sur ces couches, probablement locales dès leur formation, et sur tout le reste du pays, s'amoncelèrent par couches horizontales successives, des masses formidables de sables mêlés d'argiles, provenant toujours de l'érosion du Précambrien et des Granites ; dans la suite des temps, soit par l'action de la chaleur interne, ou par des infiltrations siliceuses, ou par pression, ces couches de sable sont devenues des bancs de grès. C'est notre *Grès armoricain*, ossature de toutes nos collines.

Mais à peine ce dépôt était-il achevé, que le progrès des plissements de l'enveloppe solide venant à s'accentuer en ce pays, les bancs furent brisés suivant de longues lignes presque droites, et relevés en arêtes saillantes à sommets plus ou moins larges, dont ils formèrent les deux versants.

Ce mouvement se continua sans doute pendant de nombreux siècles ; la végétation s'établit vigoureusement sur les arêtes et les plateaux culminants qui formaient des hauts-fonds dans la mer silurienne, et ses débris, mêlés aux argiles et aux sables provenant de la trituration des grès, formèrent les schistes noirs que nous voyons sur le versant des collines. Ce sont les *Schistes à Calymènes* ou *Schistes d'Angers*.

Le même mouvement se perpétuant, les schistes se trouvèrent à nu dans leurs parties hautes, et des grès se déposèrent par places sur leurs parties basses, et sur ces grès d'autres schistes mêlés de quartz. C'est ce qu'on appelle les *Grès de May* et les *Schistes ampéliteux*.

Mais cet ensemble primordial si régulier n'existe plus que par places ; il a été brisé par les éruptions de la Granulite d'Alençon et des Porphyres, et détruit en partie par des érosions gigantesques.

Malgré cela, il forme encore des massifs énormes qui s'élèvent en collines autour de nous, ou qui surgissent au milieu de nos terrains jurassiques, en témoins de l'ancien état de nos plaines.

A. — Massif d'Écouves.

Le plus important est le massif d'Écouves, partie principale des collines de Normandie. Au N. et au N.-O., il borne notre horizon sur plus de 20 km. par la ligne continue de ses hauts plateaux de 300 à 417^{m} d'altitude.

A une époque, c'était une colline centrale de 8 à 10 km., dirigée de l'O. à l'E. et bifurquée à ses deux extrémités, d'où partaient des collines divergentes. Plus tard, la colline centrale s'ouvrit aux deux extrémités, laissant à nu en partie, aux environs de 300^{m} d'altitude, deux grands massifs de porphyre; qui sont aujourd'hui le fond de deux vallées qui semblent profondes ; car les grès s'élèvent à près de 400^{m} des deux côtés. L'une des vallées contient la commune de Bouillon ; l'autre, celles de Fontenai et de Livaie. [1]

Les sommets sont des plateaux généralement sans rochers, recouverts d'une couche épaisse d'argiles jaunâtres à blocailles de grès, très propres à la végétation arborescente ; le bord des plateaux, quelquefois rocheux, présente toujours un ressaut d'une dizaine de mètres, produit par l'émiettement et la décomposition des grès ; au-dessous de

[1] Voir *Étude géol. sur le massif silurien d'Écouves* que j'ai publié dans le Bull. de la Soc. géol. de Norm., t. XVII, 1896, Havre, avec carte au 80.000^{e}.

cette dénivellation s'étend un large plateau latéral incliné jusqu'à la plaine et couvert par l'argile à blocailles qui cache la limite supérieure du Schiste à Calymènes. — Les fragments de grès sont toujours anguleux.

Ce schiste forme une zone continue au S. sur toute la longueur de la colline principale et des contreforts ; s'élève dans le haut des vallées jusque tout près du plateau supérieur, moins haut sur les versants ; mais ne s'étend jamais sur les contreforts, même à l'extrémité la plus basse, au bord de la plaine. Cela prouve que les vallées d'Écouves ne sont pas des *vallées d'érosions* récentes, mais des fractures du même âge que la colline principale.

L'exhaussement des collines s'est donc fait progressivement, au moins pendant toute la durée de la formation du Silurien moyen ; autrement, la bordure supérieure du Schiste serait partout à la même altitude, dans le haut des vallées et sur les flancs des collines.

Les lames du Schiste à Calymènes alternent souvent avec des lames assez minces de grès ; de sorte que, dans les champs formés par la décomposition du schiste, le sol est parfois jonché de plaquettes de grès, qui ont été prises à tort comme indice du Grès de May. Ce grès fait défaut sur le versant S. d'Écouves.

Le dépôt d'Ampélite y forme, au contraire, une assez large zone, mais seulement sur Saint-Nicolas-des-Bois et jusqu'à la Briante. Il repose donc en partie sur la bordure inférieure du Schiste à Calymènes.

Ce dépôt est formé de schistes très noirs, très altérables et donnant de l'argile jaune ; ils alternent avec des bancs de quartz lydien à petits filons de quartz laiteux. Par places, ces schistes contiennent des nodules pyriteux, quelquefois assez gros, avec des *Orthocères* à l'état de moules et des *Cardiola*.

Fossiles. — Tous ces terrains sont à peu près azoïques dans le S. du massif d'Écouves. Le Grès contient quelques Tigillites ; le Schiste n'a rien donné jusqu'ici ; l'Ampélite ne contient guère que des Orthocères.

B. — Roche Élie.

La Roche Élie est une belle colline à l'extrémité O. de la colline d'Écouves. Elle est isolée de trois côtés par trois vallées en ravin ; son sommet est un vaste plateau de 350^{m} d'altitude. Elle est tout entière en grès plongeant au S.-E., et ses versants ne portent aucun vestige de schiste. J'en donnerai la raison.

C. — Piton du château de la Roche-Mabile.

Piton de grès très abrupt, de 260^{m} d'altitude, portant sur le sommet les ruines d'un château féodal du onzième siècle, avec ses trois enceintes de murailles. Il est complètement environné à la base par des affleurements du Précambrien sur lequel il repose

D. — Butte Chaumont.

Quand on parcourt la plaine d'Alençon, la Butte Chaumont est la hauteur qui frappe le plus l'attention. La ville et son voisinage sont à 140 — 150^{m} d'altitude ; la Butte, à 378^{m}, et les hauteurs au-delà n'ont que 250 à 350^{m} ; aussi se projette-t-elle hardiment au-dessus de l'horizon.

Chaumont est une colline de Grès armoricain, sans un atome de Schiste à Calymènes sur ses flancs, comme la Roche Élie ; elle repose sur les Phyllades précambriens à des altitudes entre 220 et 200^{m} ; ses éboulis lui forment comme un piédestal de 300^{m}, appelé le *Dôme* par Puillon-

Boblaye[1], sur lequel semble posé le piton conique et abrupt de 80m. En réalité, le massif central de grès, en bancs épais plongeant au S.-E. et fortement redressés, était autrefois réuni à Écouves, à la Roche Élie et au Piton du Château ; un golfe se creusa d'abord entre la Butte et Écouves, dès avant le dépôt du schiste, par suite d'une fracture S.-E. — N.-O. qui affectait même la Roche Élie suivant une ligne au S. de son diamètre actuel ; plus tard, après le dépôt des schistes, une première faille N.-S. sépara Écouves de la Roche Élie, et fut l'amorce du ravin où coule le ruisseau de Fontenai ; une autre, dirigée de l'O. à l'E., sépara la Roche Élie de Chaumont et du Piton du Château, et une troisième isola ce piton de Chaumont. Le Sarthon et le ruisseau de Fontenai déblayèrent les failles et y façonnèrent leurs vallées. Tout cela est attesté par l'absence complète du schiste autour de la Roche Élie et à l'O. de Chaumont, comme par l'identité et le pendage des grès.

Le bloc de Chaumont ainsi ébauché, les grès se sont effrités et décomposés ; les débris se sont écroulés tout autour, ils ont été dispersés et régularisés par les vents et les pluies pour former le dôme, au-dessous duquel s'étend au loin l'empattement du piton actuellement visible. La masse d'éboulis est tellement énorme, qu'à 1500m à l'E. du piton, un puits de 10 à 12m n'en a pas atteint le dessous. Au S.-E., le dôme se prolonge en forme de cap jusqu'à près de 3 km. [2]

[1] Réunion de la Soc. géol. à Alençon, 1837.

[2] On trouvera quelques détails dans les ouvrages suivants : *La Butte Chaumont* (Revue norm. et perch., 4e année, N° 2, p. 72, Alençon, 1895) ; *Études géol. sur le massif silurien d'Écouves* (Bull. de la Soc. géol. de Norm., t. XVII, p. 50, le Havre, 1896, avec carte coloriée sur État-Major au 80000e ; tirage à part, 52 pages, avec la carte, chez Loyer-Fontaine, Alençon), par l'auteur du présent article.

E. — Buttes de jonction entre Ecouves et les Buttes Sainte-Anne.

Au S.-O. de Chaumont s'alignent les buttes du Faoult, de Montarbour et de Beauchêne, hautes respectivement de 220, 290 et 305^{m} d'alt., reposant, comme Chaumont, sur le Précambrien, visible à leur pied dans la vallée du Sarthon. Pour la 1re, le plongement des bancs est au S.-E., comme à Chaumont; pour la 2^{me}, c'est au N., ce qui montre qu'elle est la lèvre N. de la faille où coule le ruisseau de la Guimeraie et qui l'a séparée des buttes de Sainte-Anne.

A l'O. de cette chaîne, entre le village de la Roche-de-la-Forge et celui de la Charpenterie, s'étend le long du Granite une étroite lisière de *Poudingues pourprés* au N., et de *Grès feldspathiques* au milieu et à la Charpenterie.

F. — Buttes Sainte-Anne.

On appelle ainsi dans le pays, et mont Souprat sur la Carte de l'État-Major, une longue et haute colline E.-O. qui, partant du S.-O. de Saint-Denis-sur-Sarthon, va rejoindre la montagne des Avaloirs, de 417^{m} d'alt., commencement des collines du N. de la Mayenne.

Les Buttes Sainte-Anne, comme les précédentes, reposent sur le Précambrien, qui occupe au N. la vallée de la Guimeraie, et au S. le bas des vallées de Champfrémont et de Boulay.

Au pied N.-E., près du moulin de Buhéru, il y a une lisière de Grès feldspathique, et le haut du val du S. est en Schiste à Calymènes.

G. — Massif de Hêloup.

Le massif de Hêloup, plus complet, comprend les trois premiers étages : le *Grès armoricain*, le *Schiste à Calymènes* et le *Grès de May*. Il occupe, le long de la Sarthe et à l'E. du Précambrien, une surface de 8 km. sur 4 à 5 qui s'étend sur cinq ou six communes. Il a pour limites : à l'O. le Précambrien ; au N. la Granulite ; à l'E. et au S. le Précambrien de la Bouverie et les terrains jurassiques, sous lesquels il passe.

Le Grès armoricain forme à l'O. une ride de 200^{m} d'alt. maxima, étroite et courbée en arc jusqu'à Hêloup, et s'élargissant au delà. De 1 km. à peine, qu'elle a sur Hêloup, elle passe à 5 km. au S. de Bérus, et une série d'affleurements semés dans la plaine à l'E. la rattachent au massif de Perseigne.

Le versant O. du pli dont le massif de Hêloup a fait partie, a disparu jusqu'au bourg ; de sorte que, jusque là, les bancs plongent à l'E. ; mais au delà reviennent les bancs plongeant à l'O., comme on le voit dans la grande carrière des Aulnes et au delà. On voit partout le Précambrien à direction O.-E., jusque presque tout près du grès, et on ne trouve aucun indice du *Silurien inférieur* à stratification concordante avec celle du grès et à direction N.-S.

Du côté de l'E., la concavité de la courbure, ainsi que la partie droite au S., jusqu'au ruisseau des Rablais, au S. de la Ribottière, sont recouvertes par une zone de Schiste à Calymènes qui ne monte nulle part jusqu'au plateau. Ce schiste disparaît dans la traversée de Bérus, et se rencontre dans le parc du château de Boisdeffre, au haut d'une petite vallée. On le voit aussi au N.-E. de l'étang du Mortier, origine de la vallée du ruisseau des Rablais, qui va tomber dans la Sarthe à Alençon.

Ce dépôt de schiste a été fortement modifié au N., au voisinage de la Granulite ; il s'y montre lardé de cristaux de *Chiastolite* et constellé de paillettes d'*Ottrélite*. Plus au S. il est en grandes dalles, puis à l'état d'ardoises, autrefois exploitées à Saint-James, où l'on voit encore le puits d'extraction avec un grand tas de déblais et de déchets.

A l'E. du Schiste et sur toute sa longueur, s'étend un massif de *Grès de May* dont on ne voit qu'une large bordure sur laquelle s'ouvrent deux grandes carrières, celle de l'Ermitage au N.-O. et celle des Aunais au S.-E. Le centre est masqué par un lambeau de calcaire bathonien et un autre d'argile limoneuse. Il y a même un petit lambeau de cénomanien ferrugineux. C'est bien du Grès de May, puisqu'il repose sur le Schiste à Calymènes depuis Saint-Barthélemi jusqu'à la Ribottière et que ses bancs plongent comme ceux du schiste : vers l'E. A son extrémité S.-E., il repose sur le Précambrien de la Bouverie, que j'ai vu en place dans un puits sous les éboulis du grès.

Les fossiles sont très rares : j'ai trouvé des Tigillites, un exemplaire de Cruziana et des Lingules ; j'ai vu un pygidium d'Asaphus, trouvé par un amateur, et une bivalve indéterminable.

Blavier avait remarqué autrefois, à Saint-Barthélemi, un minerai de fer attirable à l'aimant et analogue à la Chamoisite de Bretagne. Je l'ai retrouvé en place. Il forme deux ou trois petites couches schisteuses à la base du Grès de May dans la carrière de l'Ermitage, près de l'église. Encore une bonne localité perdue : la carrière est abandonnée.

Enfin, je dois mentionner les sources ferrugineuses de Saint-Barthélemi, dont l'une a été autrefois aménagée par une duchesse d'Alençon. L'eau est très riche en fer et pourrait rendre des services ; mais elle n'est pas *à la mode*, et on la laisse se perdre dans le ruisseau.

H. — Massif de Perseigne.

La grande colline de Perseigne se termine au N.-E. par un massif de Grès armoricain de 6 à 7 km. de long et de large, reposant, comme partout en ce pays, en stratification discordante sur le Précambrien.

Sur la Carte géologique de la Sarthe, il pénètre entre les deux filons de porphyre, et s'étend vers le N.-E. jusqu'à la Diabase et au Précambrien de Louze. Il forme la plus grande hauteur du département de la Sarthe ; il y a un point de 340^{m} d'altitude.

Toute la colline a certainement formé une île depuis le dépôt du Grès armoricain, car on n'y voit ni le Schiste à Calymènes ni les terrains postérieurs.

3e PÉRIODE. — FORMATION DU SYSTÈME DÉVONIEN.

A 10 km. à l'O. d'Alençon, sur le versant de Saint-Nicolas-des-Bois, il y a cinq petits lambeaux de Dévonien inférieur, seuls restes de ce système que les grandes dénudations aient laissés dans la contrée.

La roche est une grauwacke grisâtre, grossière, micacée, assez tendre, en bancs plongeant au S. ou au S.-E., comme ceux du Silurien, sans qu'il y ait concordance, car les bancs sont moins redressés.

En quelques points seulement, les fossiles y sont abondants en individus, peu nombreux en espèces et mal conservés. J'y ai recueilli les suivants :

Anneaux de *Homalonotus,*
Têtes de *Dalmanites,*
Murchisonia,
Orthis Monnieri Rouault,
Leptœna Thisbe Œhl.
Strophomena,

Spirifer Rousseau Rouault,
Tiges et plaques de *Crinoïdes,*
Pleurodictyum problematicum Goldf.

Il est bien certain que le Dévonien, à son origine, a dû occuper ici une surface continue beaucoup plus considérable. J'ai trouvé, à 5 ou 6 km. plus au S., un galet de grauwacke dévonienne bien reconnaissable, dans des alluvions anciennes. Les parties au haut de la plaine auront été détruites et emportées les premières, ne laissant qu'une étroite bande au versant de la colline, sur le schiste ampéliteux ; puis les cours d'eau descendant du coteau l'ont morcelée et réduite aux lambeaux minuscules, presque insignifiants comme étendue, mais précieux comme témoins, que nous voyons aujourd'hui.

GRANULITE D'ALENÇON.

La *Granulite d'Alençon* est postérieure au Silurien, car, à Saint-Barthélemi, sur sa lisière, elle a modifié le Grès armoricain en y faisant naître le mica, et le Schiste à Calymènes voisin, qui lui doit ses cristaux de Chiastolite et d'*Ottrélite*. M. de Lapparent (2e édit., p. 1302) la rapporte à la période dévonienne, comme celle du Mont-Saint-Michel. C'est donc ici le lieu de la mentionner.

Notre *Granulite* est un Granite à mica blanc ; elle est donc essentiellement composée de *feldspath,* de *quartz,* de *mica noir* et de *mica blanc*. On y trouve en outre, mais rarement, en cristaux visibles : l'*Albite,* la *Tourmaline,* le *Grenat,* le *Béryl,* la *Fluorine,* le *Mispickel* et les *Pyrites*.

Le feldspath est très prédominant, et donne à la roche sa grande cohésion et sa couleur blanc-grisâtre. Sous terre, à la surface des massifs, il est souvent décomposé en *Kaolin* graveleux sur une assez grande épaisseur.

A l'air libre, la surface de la roche ne se couvre jamais de taches de rouille, comme le font certains granites.

La Granulite d'Alençon est largement exploitée ; elle occupe 300 à 400 ouvriers.

Elle affleure par places sur un espace de 7 km. sur 4 ou 5 ; elle y est plus souvent recouverte par des terrains plus récents. Mais en réalité son étendue est beaucoup plus considérable, et ce fait a été constaté tout récemment.

Elle forme un filon de 7 km. de large, dirigé du S.-O. au N.-E. et de longueur inconnue, mais supérieure à 10 km.

D'abord, au S.-O., elle bute contre le Précambrien depuis la Bouverie jusqu'au petit massif du Val, sur le ruisseau de Cuissai. Au S.-E., elle affleure au château de la Chevalerie et se retrouve à 78^{m} de profondeur dans un sondage à Montigny terminé en décembre 1896 ; elle s'appuie donc au Précambrien de Perseigne parallèlement à l'axe de la colline, sous les terrains jurassiques. Au N.-O., on la voit au Val et un peu au-delà ; on l'a retrouvée dans des sondages récents au château de Lonray ; elle affleure au S. de la ferme de Vieux-Pont, et il est extrêmement probable que c'est elle qu'on a rencontrée, à 74^{m}, il y a soixante ans, dans un sondage à l'usine d'Avoise, commune de Radon. Il n'est donc pas trop téméraire de la faire encore buter, de ce côté, à grande profondeur, contre le Précambrien, suivant une ligne S.-O. — N.-E. passant à l'O. d'Avoise. Au N.-E., tout est inconnu au-delà de Montigny et d'Avoise; mais il y a certainement continuation vers le N.-E.

Il est intéressant de noter qu'à Montigny il y a 22^{m} de kaolin recouvrant la Granulite. C'est en effet le kaolin que l'on a vu à 78^{m} ; on a continué jusqu'à 100^{m}, où l'on a été arrêté par la roche dure à mica blanc. [1]

[1] Voir *Sondages pour puits artésiens aux environs d'Alençon*, par M. Letellier (*Mém. Soc. Sc. nat. de Cherbourg*, t. XXX, 1897).

PORPHYRES QUARTZIFÈRES.

C'est aussi le lieu de citer les Porphyres. L'apparition de ces roches est ordinairement rapportée à la période carbonifère ; mais comme il n'y a chez nous ni Carbonifère ni Permien, je dois me contenter de dire que nos Porphyres sont postérieurs au Dévonien, qui était déjà redressé lors de leur apparition.

Nous avons, dans l'axe de la colline principale d'Écouves, les deux grands massifs du Bouillon et de Fontenai, qui sont à la limite, mais au delà du présent travail ; je ne puis que les citer. Je les ai d'ailleurs étudiés dans un travail précédent. [1]

Quant aux filons de Perseigne figurés sur la Carte géologique de la Sarthe, ils sont à 1500^{m} l'un de l'autre, parallèles et dirigés du N.-O. au S.-E., perpendiculairement à l'axe de la colline. Celui de l'O., qui a 4500^{m} de long, commence en pointe au Haut-Goulet, au N. de la forêt, s'élargit jusque vers son milieu, où il a 800^{m}, et se termine à une faille qui traverse le bourg du Neufchâtel. On peut étudier la roche dans toute la longueur du bourg, par la vieille route ; elle y affleure en gros rochers. Le second, à l'E., est en forme de fuseau ; il a 3500^{m} de long, et 400^{m} de large au milieu.

Tous ces porphyres ne peuvent guère être utilisés que pour l'empierrement des chemins.

III. — ÈRE SECONDAIRE.

Après la formation du Dévonien inférieur, le pays d'Alençon devait être une plaine haute et allongée comprise entre les collines de Perseigne et d'Écouves, et probable-

[1] *Études géol. sur le massif sil. d'Écouves,* déjà cité.

ment bombée longitudinalement par l'arrivée de la Granulite qui déplaçait et soulevait les terrains primaires en les brisant et les disloquant.

Cette plaine, ainsi que je l'ai établi, a pour premier fondement accessible le Schiste précambrien. Sur ce schiste étaient déposés les étages du Silurien, ou au moins le Grès armoricain, qui a laissé de nombreux témoins, au S., entre Perseigne et Boisdeffre ; au N., entre la même colline et l'extrémité E. d'Écouves. Mais on n'y voit aucun indice des terrains primaires supérieurs, ni des terrains secondaires inférieurs. Si, ce qui est très douteux, sinon pour le Lias, il s'y en était déposé, tout a été détruit.

Pendant ces temps, dans nos contrées l'enveloppe solide subit des déformations considérables : tandis qu'elle s'élevait du côté d'Écouves et y prenait à peu près son relief actuel, elle s'affaissait à l'E. sur une immense étendue. Il en résulta des courants N.-E. vers le bassin de la Seine, et avec le temps ces courants enlevèrent nos terrains superficiels en tout ou en partie, jusqu'à dénuder par places le Précambrien et les massifs éruptifs ; mais en laissant comme témoins quelques lambeaux de grès, que les dépôts postérieurs n'ont pu parvenir à recouvrir.

C'est ainsi que la plaine haute ancienne entre les deux collines d'Écouves et de Perseigne devint un vaste et profond ravin ouvert au N.-E., où pénétrèrent successivement, d'abord la mer Bajocienne, et après elle les autres mers secondaires.

On partage l'Ère secondaire en quatre périodes, pendant lesquelles se sont formés successivement les systèmes *triasique, liasique, jurassique* et *crétacé*. — Nous n'avons ici rien des deux premiers.

3me PÉRIODE. — FORMATION DU SYSTÈME JURASSIQUE.

Nous avons trois étages de ce système : le *Bajocien*, le *Bathonien* et le *Callovien*.

A. — Étage Bajocien.

Chez nous le *Bajocien* ou *Oolithe inférieure* se déposa directement sur le Précambrien et sur la Granulite. A l'O., il forme une bande S.-E. — N.-O. de 12 km. de longueur, entre le Pont de Saint-Blaise, commune d'Arsonnay, et la Barre, au N. de Cuissai, reposant aux deux extrémités sur le Précambrien, et dans la partie médiane, beaucoup plus longue, sur la Granulite ; elle est étroite aux deux bouts, et large de 7 à 8 km. au milieu, où elle est recouverte par le Bathonien, qui ne la laisse voir qu'à l'O. et à l'E. vers Valframbert.

Notre Bajocien se présente sous deux formes : le *Bajocien calcaire* et le *Bajocien siliceux* ou *Arkose d'Alençon*. Ces deux formes sont du même âge et juxtaposées ; quand l'une est superficielle, l'autre n'existe pas ; et quand le Bathonien recouvre le Bajocien, les excavations qui traversent le premier ne rencontrent que l'une ou l'autre des formes du Bajocien.

1° *Bajocien calcaire*. — Le Bajocien calcaire occupe exclusivement les deux extrémités de la bordure O., où il repose sur le Précambrien ; mais, dans la partie médiane, sur la Granulite à Condé-sur-Sarthe, il cède un peu, par endroits, la place à l'Arkose.

Au S., il est représenté par de puissantes masses de sable siliceux, qui jalonnent le rivage de la mer bajocienne au voisinage des grès ou de la Granulite ; on les exploite à Saint-Blaise, à la Chevalerie et aux grandes sablières du S.-O. d'Alençon. Ailleurs, ce sont des bancs de calcaire,

tantôt compact, dur et rempli de grains de quartz brun, tantôt à gros grains et spathique.

Les fossiles ne sont pas rares, mais ils sont réduits au moule intérieur, sauf les brachiopodes. Les plus caractéristiques sont :

Un grand *Nautile* atteignant $0^{m}20$ et $0^{m}25$ de diamètre.
Ceromya bajociana d'Orb.
Lima heteremorpha Desl.
Pecten Silenus d'Orb.
Rhynchonella Wrightii Davids.
Terebratula perovalis Sow.
Stomechinus serratus Desor.

2° *Bajocien siliceux.* — L'Arkose d'Alençon est une roche essentiellement siliceuse et barytifère empâtant les éléments de la Granulite : feldspath, quartz, mica blanc. Elle repose directement et exclusivement sur la Granulite et n'est pas stratifiée, sinon en quelques points du pourtour où l'on voit un ou deux bancs silico-calcaires, gris, à *Pentacrinites*. Toutes les parties inférieures et centrales sont en blocs irréguliers, sans aucun ordre, séparés par des fissures de retrait remplies d'argile siliceuse et ferrugineuse. La structure de la roche varie de l'état de poudingue quartzeux à celui de grès compact et de masses noires caverneuses comme la lave scoriacée.

Toutes les variétés sont légèrement effervescentes, et on y trouve très souvent, en cristaux ou en petites masses bien visibles, des minéraux d'origine interne, au moins par l'un de leurs éléments, tels que la *Galène,* la *Blende,* la *Fluorine,* les deux *Pyrites,* le *Gypse,* la *Limonite,* la *Pyrolusite,* sans compter les géodes tapissées de cristaux de quartz ou de barytine, et de gros cristaux groupés de ce dernier minéral.

Les fossiles, transformés en silice ou en barytine, se trou-

vent dans toutes les variétés. Ce sont absolument les mêmes que ceux du Bajocien calcaire. Ils ont dû vivre dans les eaux calcaires et être apportés vivants ou morts par les courants.

C'est sans doute cette identité qui a fait attribuer notre arkose à une décalcification du Bajocien calcaire. J'ai le regret de ne pouvoir admettre cette hypothèse pour la totalité du massif, surtout pour l'arkose non stratifiée qui contient les minéraux que j'ai indiqués, et qu'on ne trouve, pour la plupart, dans aucun point du Bajocien calcaire.

J'en ai proposé une autre qui me paraît plus conforme aux faits observés ; elle suppose des émanations gazeuses, telles que des acides, des vapeurs métalliques, arrivant au travers de la Granulite, réagissant sur les éléments de cette roche et les unes sur les autres. (Voir *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 4e série, 6e vol., avec carte, 1892.)

B. — Étage Bathonien.

Le *Bathonien* ou *Grande Oolithe* est le plus important de nos étages jurassiques. Il occupe toutes les plaines autour d'Alençon, sauf une, qui est en Arkose, et se compose, à partir du bas, de plusieurs bancs de calcaire assez grossier, entremêlés de deux bancs de calcaire sub-lithographique et de deux petites couches d'argile ligniteuse ; le tout est surmonté d'une couche épaisse de sable oolithique avec bancs interrompus de calcaire, et de 0^m1 à 1^m de plaquettes calcaires à Bryozoaires.

Ce système de couches recouvre en général le Bajocien et déborde au-dessus, car il s'élève, au versant d'Écouves, jusqu'à 180^m d'alt., tandis que le Bajocien ne dépasse pas 160^m. C'est ce qui fait qu'on ne voit le Bajocien que par dénudation.

Les fossiles, assez peu communs, sont toujours à l'état de moules intérieurs, et difficiles à isoler. Les bancs de calcaire ne fournissent pas de pierre de taille; mais on y trouve partout du moellon excellent pour les constructions et de bonne pierre à chaux.

C. — Callovien.

Le *Callovien* est déposé sur le Bathonien en stratification régressive : il le laisse voir au S.-O. et recouvre seul le pays au N.-E. et au S.-E., aux abords des cols de l'E. et de l'O. de Perseigne, anciens détroits par où les mers secondaires pénétraient dans le golfe qu'elles ont fini par combler en partie au moyen de leurs sédiments.

Ce terrain, formé d'argiles bleues et de bancs de calcaire argilo-ferrugineux, a été fortement érodé et souvent enlevé jusqu'au Bathonien, qu'on voit former une espèce de mosaïque avec le Callovien entre Alençon et Vingt-Hanaps.

Les fossiles du Callovien sont, par places, très abondants en espèces et en individus, surtout les Brachiopodes qui pullulent dans toutes les roches de l'Étage.

Nous n'avons rien ici des étages jurassiques supérieurs.

4me PÉRIODE. — FORMATION DU SYSTÈME CRÉTACÉ.

Des nombreux Étages du Système crétacé, il n'y a, dans le pays d'Alençon, que quelques lambeaux de *Cénomanien* ferrugineux ou glauconieux, laissés comme témoins par les grandes érosions tertiaires et quaternaires.

1° *Cénomanien ferrugineux.* — Deux lambeaux de ce terrain ont une certaine étendue. Ils sont situés des deux côtés de la vallée précambrienne du Sarthon, entre Saint-Denis et Saint-Céneri, et entre Ravigny et le N.-E. de la Poôté.

A l'origine, ils formaient un tout reposant sur le Précambrien et un peu sur le Silurien des Buttes de Sainte-Anne et sur le Granite de Saint-Céneri et de la Poôté. Le Sarthon a creusé sa vallée encaissée, presque en ravin, du N. au S., au travers du massif, et l'a ainsi divisé en deux lambeaux. Mais avant le creusement de la vallée et les autres érosions, ce terrain avait une étendue bien autrement considérable, puisqu'on le voit à l'E., sur la rive gauche de la Sarthe, à Moulins et au delà, où il recouvre plusieurs petits plateaux.

Les roches qui composent le Cénomanien ferrugineux sont des argiles blanches, des argiles ferrugineuses, des poudingues ferrugineux appelés *Roussard* et *Salard,* des grès blancs, des minerais de fer (limonite et hématite noire) autrefois exploités. — Je n'y ai pas vu de silex.

Il n'y a pas de Glauconie ; elle s'est entièrement décomposée et a donné naissance au minerai de fer.[1]

On y a trouvé quelques fossiles, notamment *Cardium Hillanum* Sow., dans le grès blanc.

2° *Cénomanien glauconieux.* — Deux ou trois petits lambeaux sont restés au versant d'Écouves, à Cuissai, Radon et Vingt-Hanaps. Mais du côté opposé du pays, le même étage occupe des étendues considérables au pied O. de la colline de Perseigne. De part et d'autre, il se compose d'argile chargée de grains de Glauconie.

Je n'y ai vu ni fossiles ni silex.

Tous ces lambeaux de Cénomanien sont de même âge et sont situés aux mêmes altitudes de 200^{m} sur le pourtour du pays ; ils ont donc fait partie d'un même étage continu, qui autrefois le recouvrait peut-être dans toute son étendue. Bien plus, les silex blonds et bruns abondent dans les

[1] Voir Guillier, *Géologie de la Sarthe,* Monnoyer, au Mans, 1886, p. 220.

alluvions quaternaires des environs d'Alençon. D'où viennent-ils ? Le Crétacé à silex n'existe que fort loin au N.-E. Il est donc probable que ce Crétacé à silex s'étendait lui aussi sur la contrée, où il n'a pas laissé d'autres témoins que ses silex.

Oscillations des mers secondaires.

Nos trois étages jurassiques sont superposés en stratification sensiblement concordante, et leurs bordures supérieures, sur le flanc d'Écouves, sont à peu près à la même altitude, 160 à 180^{m}. Les différences peuvent être attribuées aux coups de mer et aux érosions. Le niveau des mers est donc demeuré à peu près stable pendant toute la durée de la formation de ces terrains.

La mer cénomanienne s'est élevée plus haut, puisqu'on trouve des dépôts aux environs de 200^{m} des deux côtés du pays, aux versants d'Écouves et de Perseigne.

En avançant des hauteurs de l'O. vers l'E., on voit s'abaisser le niveau des terrains, notamment du Bathonien, le plus étendu et le plus facile à observer. Dans les plaines d'Alençon et du N.-E., sa surface, d'abord à 180^{m} d'altitude, n'est plus qu'à 140^{m}.

Cette dénivellation pourrait provenir de ce que les dépôts se seraient faits en mer tranquille sur un fond en cuvette ; mais il y a certainement une autre cause, un léger affaissement de la surface dans le centre et le N.-E. J'en donnerai pour preuve deux lambeaux isolés de Bathonien, l'un à Saint-Barthélemi sur le Grès silurien ; l'autre à la Ferrière sur le Précambrien, qui sont restés à 180^{m}, ou 40^{m} au-dessus des plaines voisines et contemporaines. Je puis en citer un troisième, également à 180^{m}, à l'O. et sous l'eau de l'étang des Rablais ; ce dernier est riche en fossiles

du Bathonien supérieur, notamment *Terebratula Cardium*. Cet affaissement fut postérieur au Cénomanien, dont on voit un lambeau sur le Bathonien de Saint-Barthélemi, et même postérieur aux grandes érosions qui ont presque détruit le terrain crétacé qui recouvrait la surface du pays.

Après le dépôt du Cénomanien, soit par un exhaussement de notre territoire, soit plutôt par suite d'affaissements dans le bassin de la Seine, au N.-E., la mer fut définitivement repoussée de ce pays.

IV. — ÈRE TERTIAIRE.

Nous n'avons aucun lambeau de terrain qu'on puisse rapporter à l'Ère tertiaire. Et si, comme en d'autres pays, notre terre se couvrit alors d'une végétation puissante ; si les grands mammifères de l'époque : éléphants, rhinocéros, bœufs et cerfs gigantesques, lions, ours, et tant d'autres, y couvrirent le sol de leurs hordes innombrables, comme dans les pays tropicaux, tout a été anéanti. On ne trouve dans nos alluvions anciennes, ni un végétal, ni un ossement tertiaire.

V. — ÈRE QUATERNAIRE ET ACTUELLE.

C'est aux temps quaternaires que le pays d'Alençon a reçu, comme à peu près tous les autres, sa configuration actuelle, d'abord par l'action des érosions, mais surtout par la formation d'un pli, du milieu à la fin de l'Ère secondaire, au N. du grand anticlinal d'Écouves.

Ce plissement a été signalé d'abord par Boblaye, sous le nom d'*axe anticlinal du Merlerault,* qu'il a conservé[1] ;

[1] Réunion de la Société géol. à Alençon, séance du 7 septembre 1837.

Eug. Deslongchamps, vingt-huit ans plus tard, l'a décrit et expliqué plus exactement dans son ouvrage très important sur les Étages jurassiques inférieurs de la Normandie[1]; M. L. Lecornu en a montré le prolongement au N.-O. par Champ-Haut, la forêt de Gouffern et le S. de Falaise jusqu'à Jurques, dans le Calvados[2]; enfin MM. Guyerdet, Guillier et Bigot l'ont mentionné dans les Notices des feuilles de Bernay, de Mortagne et d'Alençon de la Carte géologique détaillée de la France, publiées, les deux premières en 1882, la troisième en 1893.

Eug. Deslongchamps a démontré que l'Axe du Merlerault a commencé à se former après le dépôt de l'Oolithe milliaire (partie sup^re^ du Bajocien) et que l'exhaussement a continué durant le dépôt des terrains postérieurs jusqu'à la fin des dépôts crétacés.

En conséquence, à l'époque du Cénomanien, la pente de notre terrain était encore au N.-E., et la mer put se retirer; mais quand l'*Axe* eut pris toute sa hauteur et son extension vers le Midi par la formation des collines du Perche, qui atteignent plus de 300^m^, il ferma complètement le chenal ancien, sépara le bassin de la Seine de celui de la Loire, et rejeta au S.-O. toutes les eaux de notre contrée.

La Sarthe, qui prend son origine dans ces hautes collines à 270^m^ d'altitude, descendit suivant la nouvelle pente de la surface et y creusa sa vallée, d'abord dans les terrains secondaires jusqu'à Alençon, puis, en profitant des fissures, dans les granites et les roches primaires jusque bien au delà des limites que j'ai fixées au présent travail.

Les *alluvions quaternaires*, terrains les plus importants

[1] Caen, 1865, p. 246 et suiv.

[2] L'Axe du Merlerault, *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 4^e^ série, 2^e^ vol., p. 291.

parmi ceux qu'on attribue à ce temps, forment chez nous quelques lambeaux assez étendus.

1° *Alluvions du Ménil-Brout et environs.* — Ce lambeau, très important, se trouve sur la rive de la Sarthe, dans les vallées de la rivière et de ses affluents, surtout de la Vesonne. Il s'étend sur cinq ou six communes, et repose sur le Callovien et le Cénomanien. Il est formé, comme toujours, d'argile sableuse, avec galets de grès et silex. Le grès provient du Grès armoricain presque entièrement détruit, et dont il ne reste que la butte de Boitron et le petit massif de Bursard; les silex viennent du Crétacé en amont.

2° *Alluvion quaternaire d'Alençon.* — Un vaste manteau d'alluvion recouvre la plaine à l'O. de la ville, des deux côtés de la route de Bretagne; il repose sur la Granulite, le Bajocien calcaire, le Bathonien et l'Arkose. Il pénètre dans la ville, où il occupe le quartier des Promenades; on le retrouve dans toute l'étendue du N.-E. où il comble une vallée ancienne qui passait par le S. de la caserne de cavalerie, la préfecture, les boulevards du N.-E. et le cimetière. Le boulevard Demées y est creusé, et il y a, dans les talus, un lit de 30 centim. d'épaisseur en grès et en silex intercalé dans les argiles. La puissance de cette alluvion atteint 7 à 8^m dans la plaine de l'O., et sa surface s'y élève jusqu'à 150^m d'alt. — Les galets proviennent de tous les terrains voisins : quartz laiteux du Précambrien, Granulite, Grès armoricain, Arkose, Calcaire, Silex de la craie détruite.

Ce dépôt s'avance un peu sur la rive gauche de la Sarthe, entre Montsort et St-Germain; ce qui montre que l'emplacement de la prairie et du thalweg actuels n'ont été creusés qu'après les grandes érosions quaternaires.

3° *Alluvions de Mieuxcé.* — Le S.-O. de Condé, tout Mieuxcé et une partie de la Ferrière-Bochard sont recou-

verts d'une couche énorme d'alluvions argilo-sableuses et ferrugineuses avec galets de quartz laiteux, de Grès armoricain de Hêloup, de calcaire, de grès blanc, de Limonite et de Roussard de la colline cénomanienne de la Ferrière, en grande partie détruite, et de silex de la craie dont il ne reste pas d'autre trace.

4° *Éboulis quartzeux.* — Le haut des plaines calcaires du pied d'Écouves est recouvert d'un épais manteau composé d'argile jaune et de fragments de grès plus ou moins arrondis, souvent à peine émoussés. Ces dépôts sont puissants surtout aux débouchés des vallées, en face desquels ils s'étendent fort loin ; ceux de la vallée de la Briante sont arrivés jusqu'à Alençon, à 10 km. Ils proviennent du flanc de la colline, où les grès et les schistes ont été émiettés et décomposés, puis épandus et transportés par les pluies, les courants d'eau et le ruissellement.

Entre Cuissai et Saint-Gervais, on trouve des centaines de blocs de grès d'Écouves transportés jusqu'à 4 et 5 km. J'en connais de 2 mètres de long, et beaucoup surpassent un mètre cube. Ils sont posés sur le sous-sol, dans la terre meuble. Je n'explique pas le mode de transport de ces masses de grès.

Formations modernes.

Des terrains formés après l'établissement définitif des conditions actuelles de la surface de la Terre, c'est-à-dire depuis que l'homme et les animaux actuels en ont pris possession, le moins important en ce pays est le *minerai de fer des marais*. Il se forme dans les terres marécageuses par des dépôts de Limonite qui empâtent les graviers, les terres et les corps qu'elle contient à la profondeur des racines des herbes. Il en résulte des couches imperméables de *Grisons*

qui rendent presque impossible la végétation arborescente. On en voit des exemples dans le haut des bois de Hêloup et au bord de l'étang du Mortier, où il paraît même qu'on a exploité ce minerai très pauvre.

Une autre formation contemporaine est celle de la *Tourbe* due à l'altération des herbes, surtout des *Sphagnum*, dans les marais. Il y en a chez nous en nombre d'endroits ; mais toujours trop peu pour qu'on puisse l'utiliser.

Les *Alluvions modernes* ont ici une tout autre importance : elles font le sol de nos prairies naturelles, l'une des principales richesses du pays.

Nos vallées de plaines sont des vallées d'érosion. A l'origine, elles se creusèrent moins larges mais plus profondes qu'on ne le voit aujourd'hui ; puis, par suite des siècles, les rives se sont écroulées, les matériaux apportés d'amont et des versants avec les débris de la végétation les ont en partie remblayées ; le volume des eaux a grandement diminué, et le vaste lit des premiers âges s'est réduit au thalweg restreint de nos jours, creusé seulement dans les alluvions.

Ces alluvions atteignent souvent une puissance énorme : au viaduc du chemin de fer, sur la Sarthe, près d'Alençon, les fondations n'ont pas atteint le dessous à 10^{m} de profondeur. Il y a même des vallées qui ont été complètement comblées : un affluent de la Sarthe passait à peu près par l'emplacement de la préfecture et j'en connais d'autres qui ont eu le même sort.

En quelques endroits, les roches dures ne se laissèrent pas entamer jusqu'au fond par les eaux ; alors, il y a souvent un rapide et pas d'alluvion ; l'eau est peu profonde et l'on a un *gué*. C'est probablement à l'un de ces gués, à sol d'Arkose, entre la butte de Montsort et les marais du delta de la Briante, qu'Alençon dut sa fondation.

C'est dans les alluvions et les cavernes qu'on a trouvé les premiers indices de l'existence de l'homme. Nous n'avons pas de cavernes, et je ne connais aucune découverte faite dans nos alluvions.

Mais il y a aussi les objets trouvés dans la terre et les monuments mégalithiques.

On a cité des menhirs à Hêloup; on pourrait tout aussi bien y citer des dolmens et des cromlechs. La colline est en grès, et les rocs y sont entassés de toute façon, dressés ou couchés; mais c'est la nature qui a tout fait.

Quant aux objets façonnés de main d'homme et trouvés en terre, c'est autre chose : on en a trouvé beaucoup et de parfaitement authentiques, rassemblés dans des espaces restreints ou sporadiques.

Un premier fait intéressant: on n'a pas recueilli d'objets en *pierre taillée*. Le pays n'a donc pas été habité aux temps paléolithiques.

Au contraire, on a recueilli beaucoup de *haches polies* en grès, en diabase et surtout en silex, ainsi que des couteaux, des grattoirs et autres objets qui n'ont pas d'âge précis. Le grès et la diabase peuvent provenir du pays, car j'ai signalé un filon de cette dernière roche au versant N. d'Écouves; pour le silex, il fallait aller le chercher au loin. — Beaucoup de ces objets sont déposés au Musée d'Alençon.

Si la présence d'un certain nombre de ces outils ou armes dans une localité restreinte indique un centre d'habitation, j'en ai constaté plusieurs au haut des plaines du S.-E. d'Écouves, à l'abri des vents dominants de l'O. Mais on a trouvé presque partout des objets néolithiques isolés en grès ou en silex; j'ai une hache en diabase trouvée sur le versant d'Écouves. — Le pays d'Alençon fut donc assez largement habité à l'âge de la *pierre polie* et les agglo-

mérations principales occupaient probablement les clairières du haut des plaines de l'Ouest.

Enfin, on a recueilli un certain nombre de haches en bronze, ce qui nous conduit aux temps historiques, où je dois terminer mon article.

Alençon, 7 novembre 1897.

TABLE.

	Pages.
I. — Ère primitive	65
II. — Ère primaire	66
1re période. — Formation du système précambrien	66
Granite	72
2me période. — Formation du système silurien	74
3me période. — Formation du système dévonien	83
Granulite d'Alençon	84
Porphyres quartzifères	86
III. — Ère secondaire	86
3me période. — Formation du système jurassique	88
4me période. — Formation du système crétacé	91
IV. — Ère tertiaire	94
V. — Ère quaternaire et actuelle	94
Formations modernes	97
Objets préhistoriques	99

OBSERVATIONS

SUR

LES ARÉNICOLIENS

(Annélides Polychètes sédentaires)

ANATOMIE COMPARÉE ET SYSTÉMATIQUE

PAR

Mr Pierre FAUVEL,

Docteur ès sciences naturelles
Professeur-Adjoint de Zoologie à l'Université catholique d'Angers.

PREMIÈRE PARTIE.

ANATOMIE COMPARÉE.

I. — Historique.

La famille des Arénicoliens, dont le type est l'Aréni-cole des pêcheurs (*Arenicola marina* L.) a été établie en 1834 par Audouin et Milne-Edwards (**34**[1] p. 282.)

A la vérité Savigny (**26** p. 70 et 95) avait déjà formé pour le genre *Arenicola* une famille spéciale à laquelle il avait donné le nom de Téléthuses. Mais ce nom ne rappelant en rien celui du genre, longtemps unique, de la famille n'a pas été généralement adopté. On a préféré,

[1] Les chiffres gras entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique et sont les deux derniers chiffres du millésime de l'année de la publication des ouvrages cités.

avec raison, le nom classique d'Arénicoliens qui a prévalu.

Au temps de Savigny on ne connaissait encore que l'*A. marina* L. (= *A. piscatorum* Lam.) et l'*A. carbonaria* Leach qui n'est en réalité qu'une simple variété *ex colore* de la première.

Audouin et Milne-Edwards reconnurent l'identité des deux espèces de Savigny et en décrivirent une nouvelle : l'*A. branchialis,* la première de la série des Arénicoles à nombreuses branchies et dépourvues de région caudale achète.

Johnston (**35** p. 566) y ajouta l'*A. ecaudata* et Rathke (**40** p. 181) l'*A. Bœcki.*

Depuis cette époque on a décrit un certain nombre d'espèces, mais jusqu'en 1881 la famille ne comprenait toujours que le seul genre *Arenicola,* car le genre *Chorizobranchus* de de Quatrefages (**65** p. 267) fondé sur l'interprétation erronée d'une mauvaise figure de Delle Chiaje n'eut qu'une existence éphémère. Dès 1868 Claparède (**68** p. 301) releva l'erreur de de Quatrefages. Le sous-genre *Pteroscolex* créé par Luetken (**64**) pour l'*A. antillensis* n'eut pas plus de succès, le caractère tiré des branchies, sur lequel il était basé lui étant commun avec l'*A. marina.*

C'est en 1881 seulement que nous voyons apparaître un nouveau genre dans cette famille. Langerhans (**81** p. 116 pl. V, fig. 21) décrivit à cette époque, sous le nom de *Branchiomaldane Vincenti,* une petite Arénicole qu'il définit comme un Téléthusien à branchies simples, filiformes.

Ives (**90**) qui semble ignorer l'existence de cette espèce prétend ramener les 16 espèces d'*Arenicola* à 3 seulement : *A. marina* L., *A. ecaudata* Johnst., *A. cristata* Stimpson. Cette simplification, soutenable à la rigueur lorsque

l'on envisage seulement la morphologie externe, est exagérée, ainsi que l'étude anatomique nous le démontrera.

Depuis MESNIL (**96** et **97**) ayant retrouvé le *Clymenides sulfureus* de CLAPARÈDE (**63**) ainsi que le *Branchiomaldane Vincenti* et découvert deux espèces nouvelles de *Clymenides,* fut frappé des ressemblances de ces formes avec les Arénicoles et il vit en elles un trait d'union entre les MALDANIENS et les ARÉNICOLIENS qu'il proposa de réunir en une famille unique des ARÉNICOLO-MALDANIENS.

A la séance publique de la *Société Linnéenne de Normandie* à Cherbourg le 18 juillet 1898[1], et le 26 août suivant au Congrès international de Zoologie à Cambridge[2], je soutins que les *Clymenides* doivent être considérés, non comme des espèces autonomes formant le passage entre les MALDANIENS et les ARÉNICOLIENS, mais seulement comme des formes jeunes, encore abranches, des Arénicoles. D'ailleurs en ce qui concerne spécialement le *Cly. ecaudatus* MES. je ne tardai pas à avoir la preuve expérimentale de mes assertions puisqu'en élevant cette annélide en aquarium j'en obtins l'*A. ecaudata* JHNST. (P. F. **98**).

M. MESNIL (**98**) après avoir d'abord combattu vivement cette opinion, a été amené ensuite à la partager par une nouvelle observation des faits.

J'avais pensé d'abord que les formes alors connues se classaient seulement en deux séries : la première comprenant *Cly. sulfureus* et aboutissant à l'*A. marina,* la deuxième renfermant *Cly. ecaudatus, Cly. incertus, Br. Vincenti, A. branchialis.* En réalité cette dernière en comprend deux distinctes, l'une formée par *Cly. ecaudatus*, et

[1] *Bulletin* de la *Soc. Lin. de Normandie,* 5e série, 2e volume, p. LIII.

[2] Proceedings of the 4th international Congress of Zoology p. 22.

un stade branchiomaldanien conduisant à l'*A. ecaudata,* l'autre comprenant l'*A. Vincenti* et sa forme jeune *Cly. incertus*, ainsi que je l'ai exposé plus tard (**98**).

C'est également la conclusion à laquelle arrive maintenant Mesnil (**98**), seulement il considère le genre *Branchiomaldane* comme devant être conservé, ce dont je ne vois nullement l'utilité, le *B. Vincenti* étant, à mon avis, une vraie *Arenicola,* ainsi que je pense pouvoir le démontrer.

M. Mesnil propose en outre de créer le genre nouveau *Arenicolides* comprenant l'*A. Branchialis* (= *A. Grubii*) et l'*A. ecaudata*. Cette création me semble encore moins justifiée que le maintien du genre *Branchiomaldane*.

Le but de ce travail est précisément de discuter la valeur des genres et des espèces de la famille des Arénicoliens et d'examiner comment les différentes espèces se relient entre elles. A mon avis la simple morphologie externe est insuffisante pour préciser ces affinités et un travail de ce genre doit être basé sur l'ensemble de tous les caractères, par conséquent sur l'anatomie comparée.

L'anatomie de l'*A. marina L.* commence à être bien connue, car cet animal, dont la dissection est classique dans les laboratoires, a été l'objet d'une foule de travaux. Je n'ai pas l'intention d'en refaire la bibliographie qui est fort étendue.

Je renvoie sur ce point le lecteur à Savigny (**26**) et à Johnston (**65**) pour les travaux anciens et pour les plus récents à de Saint-Joseph (**94** p. 121) qui en donne une liste très considérable. Je ne mentionnerai ici que les monographies anatomiques traitant spécialement de cette espèce ou les travaux dans lesquels se trouvent d'importantes contributions à son anatomie.

En fait de monographies spéciales il convient de citer

celles de GRUBE (**38**), STANNIUS (**40**), VOGT et YUNG (**88**) et celle toute récente de GAMBLE ET ASHWORTH (**98**) accompagnée de très belles planches, très claires. La circulation en a été étudiée par MILNE-EDWARDS (**38**) dans un travail resté classique, puis par COSMOVICI (**80**) en même temps que les organes segmentaires à propos desquels il a refuté les erreurs de WILLIAMS. CUNNINGHAM (**88**) a fourni également une contribution à l'étude de ces organes. WIREN (**87**) a étudié l'histologie de l'epithelium, celle de l'appareil digestif et l'appareil circulatoire ; VIALLANES (**85**) en avait décrit l'endothelium ; EHLERS (**92**) l'encéphale et les otocystes ; DE SAINT-JOSEPH (**94** p. 120) a revu et contrôlé nombre d'observations antérieures. En outre beaucoup de détails anatomiques se trouvent dispersés dans une foule d'ouvrages.

Nous pouvons donc considérer l'anatomie de l'*A. marina* comme bien connue maintenant, mais en est-il de même des autres espèces ? Hélas, non !

Sous le nom d'*A. marina* nous avons quelques mots de CLAPARÈDE (**68** p. 300) concernant l'appareil circulatoire de l'*A. Claparedii* LEV., une étude détaillée de ce même appareil par JAQUET (**85** p. 51) qui lui donne encore le nom d'*A. piscatorum* et l'important travail d'EHLERS (**92**) sur les otocystes. Cette espèce a été longtemps confondue avec l'*A. marina* dont LEVINSEN (**83** p. 137) est le premier à l'avoir séparée. L'étude anatomique d'EHLERS a confirmé la légitimité de cette distinction admise par HORST (**89**) et LO BIANCO (**93** p. 9).

Nos seules données sur l'anatomie de l'*A. Grubii* CLP. se réduisent à quelques mots de CLAPARÈDE (**68** p. 296) sur les néphridies, le système nerveux et les otocystes et aux travaux de JOURDAN (**92**) et d'EHLERS (**92**) également sur les otocystes.

Dans ce dernier mémoire d'Ehlers se trouve aussi une description des otocystes de l'*A. antillensis* Luetk. (= *A. cristata* Stimps.). C'est d'ailleurs tout ce qui existe sur l'anatomie de cette espèce.

Ayant eu la bonne fortune de trouver en quantité l'*A. ecaudata* Johnst. aux environs de Cherbourg, j'ai pu en donner l'an dernier (**98**) une courte monographie anatomique.

L'*A. Grubii* Clp. étant également très commune à Cherbourg, j'ai eu toutes les facilités pour l'étudier et la comparer avec des spécimens de Saint-Vaast-la-Hougue, de Luc-sur-Mer et de Naples.

Grâce aux envois de la Station Zoologique de Naples, il m'a été possible d'étendre mes observations à l'*A. Claparedii* Lev. et à l'*A. cristata* Stimps.

A l'anse Saint-Martin, j'ai retrouvé l'*A. Vincenti* Lgh. et M. Mesnil ayant eu l'obligeance de m'en adresser quelques individus, mes recherches anatomiques ont porté ainsi sur six espèces d'Arénicoles.

Enfin, grâce à l'amabilité de M. Ed. Perrier et de son assistant M. Gravier, j'ai eu la facilité d'examiner la collection des Arénicoliens du Muséum de Paris et d'étudier la morphologie externe du type unique et malheureusement incomplet de l'*A. pusilla* Qfg.

Je suis heureux de saisir cette occasion d'exprimer à M. Ed. Perrier ma profonde gratitude pour la bonté avec laquelle il n'a cessé de me prodiguer ses conseils et ses encouragements.

M. le professeur Ehlers a eu l'obligeance de m'envoyer un croquis du lobe céphalique de l'*A. assimilis* Ehl., je le prie d'en agréer mes remerciements.

Dans ce travail, j'examinerai d'abord les variations anatomiques des divers organes dans les différentes espèces

et les conclusions que l'on en peut tirer au point du vue de leur enchaînement. Je discuterai ensuite la validité des genres proposés et les affinités des ARÉNICOLIENS avec les autres Polychètes. Enfin, dans la Seconde Partie, je donnerai une revision des espèces avec leur diagnose et leur synonymie.

II. — Morphologie externe.

Les ARÉNICOLIENS sont tous caractérisés par un corps vermiforme, de section arrondie, terminé antérieurement en cône plus ou moins obtus dépourvu d'antennes, de tentacules ou de cirrhes. On peut toujours distinguer au moins deux régions : 1° l'une antérieure, ou thoracique, dont les segments, tous semblables, portent dorsalement deux faisceaux de soies capillaires et ventralement des tores uncinigères à soies à crochet, mais sont dépourvus de branchies; 2° l'autre, abdominale caractérisée par la présence, à chaque segment, d'une paire de branchies insérées dorsalelement en arrière des parapodes. En outre, chez un certain nombre d'espèces, cette région abdominale est suivie d'une région caudale dépourvue de branchies, de parapodes et de soies.

L'*A. marina* L., l'*A. Claparedii* LEV., l'*A. assimilis* EHL., l'*A. cristata* STP. sont pourvues d'une queue abranche et achète tandis que l'*A. ecaudata* JHNST., l'*A. Grubii* CLP., et l'*A. Vincenti* LGH. en sont privées. Il convient cependant de remarquer, dès maintenant, que les individus bien entiers de ces trois dernières espèces ont normalement leurs derniers segments (**1** à **7**) dépourvus de branchies, bien que sétigères.

La forme du prostomium est assez variable avec les espèces et intimement liée à la structure de l'encéphale

aussi en traiterais-je plus en détail à propos du système nerveux.

Chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Vincenti* ce lobe céphalique est un simple cône obtus surmontant la bouche et rappelant par sa forme celui des *Lumbriconereis*. On voit ce cône se tronquer chez l'*A. Grubii* dont le lobe céphalique est ainsi réduit à une simple bandelette transversale à peine saillante. L'*A. cristata* nous montre un lobe céphalique intermédiaire entre celui de l'*A. Grubii* et celui de l'*A. marina,* affectant l'aspect d'un bourrelet transversal, légèrement arqué, renflé au centre, et atténué sur les bords, tandis que chez l'*A. marina* on voit ce bourrelet divisé nettement en trois lobes dont les deux latéraux se recourbent un peu en arrière en sorte que l'ensemble simule vaguement une fleur de lys héraldique ; le tout très petit et fréquemment invaginé. Chez l'*A. assimilis* on observe une réduction du bourrelet médian et un développement plus considérable des lobes latéraux, développement qui s'accentue encore chez l'*A. pusilla* Qfg., espèce qui semble d'ailleurs très voisine de la précédente, malgré cette petite différence.

Mais c'est chez l'*A. Claparedii* que le lobe céphalique acquiert son plus grand volume et sa plus grande complexité par suite du plissement et du développement des lobes latéraux en palpes rudimentaires foliacés.

Au prostomium fait suite le segment buccal, suivi lui-même d'un segment achète chez l'adulte, mais souvent sétigère aux stades post-larvaires. Ces deux segments ont été considérés par beaucoup d'auteurs comme un unique et long segment buccal, subdivisé en anneaux secondaires par des replis du tégument.

Les autres segments présentent également cette annélation superficielle à laquelle on a attaché parfois une certaine importance.

D'après Ehlers (**92**) l'*A. Claparedii* et l'*A. antillensis* (= *A. cristata*) ont le segment buccal et le premier segment sétigère divisés en trois anneaux, le 2e en quatre et les suivants en cinq, tandis que chez l'*A. Grubii* le buccal a quatre anneaux, le 1er sétigère trois, le 2e et le 3e quatre et le 4e cinq.

En réalité ce caractère est sans valeur car il est essentiellement variable avec l'âge et la taille des individus. Ainsi chez l'*A. ecaudata,* au stade *Clyménidien,* l'ensemble du buccal et du post-buccal forme cinq anneaux tandis que chez l'adulte chacun de ces anneaux étant subdivisé en deux, il y en a dix en tout.

Par contre, j'ai sous les yeux des *A. Claparedii* dont le 2e sétigère n'est divisé qu'en 3 au lieu de 4, des *A. Grubii* dont le 2e et le 3e uncinigère[1] ont déjà 5 anneaux et non 4. Parfois un même segment est divisé en 5 anneaux à la face dorsale et en 4 seulement à la face ventrale. On ne peut donc accorder aucune valeur spécifique à cette disposition résultant d'un simple ridement des téguments.

Le nombre des segments uncinigères abranches de la région thoracique est variable. Il oscille entre 17 et 21 pour l'*A. Vincenti,* entre 15 et 16 pour l'*A. ecaudata,* entre 11 et 12 pour l'*A. Grubii* et entre 7 et 8 pour l'*A. assimilis*. Sauf chez l'*A. Vincenti,* nous voyons que la variation n'est que d'une unité pour chaque espèce. Chez l'*A. Grubii* 11 est le nombre de beaucoup le plus fréquent, tandis que chez l'*A. ecaudata* le nombre des individus à 16 segments abranches est presqu'égal à celui des individus à 15 abranches.

[1] J'emploie souvent le terme *uncinigère* au lieu de *sétigère* parce qu'il arrive fréquemment que les premiers sétigères ont perdu leurs soies capillaires tandis que les tores uncinigères restent bien visibles.

L'*A. pusilla* a 7 segments uncinigères abranches et non 9 comme l'indique DE QUATREFAGES dans sa description dont j'ai pu constater l'inexactitude en examinant le type unique de l'espèce dans la collection du Muséum.

Toutes les autres Arénicoles : *A. Loveni* KBG., *A. Claparedii* LEV., *A. marina* L., *A. cristata* STPS n'ont plus que 6 uncinigères abranches. Il est à remarquer que plus le nombre des segments uncinigères abranches diminue, plus il devient constant.

Dans cette région antérieure on remarque souvent très nettement, à la face ventrale, une ligne plus claire et lisse qui se bifurque en avant et qui représente la trace de la chaîne nerveuse et du collier œsophagien, limitant un espace triangulaire qu'EHLERS (**92**) a nommé le « champ métastomial ». Cette ligne médiane et le champ métastomial sont peu ou point marqués chez *A. Vincenti, A. ecaudata, A. Grubii* et *A. cristata*. Chez *A. marina* ils sont parfois peu distincts et, d'autrefois au contraire très accentués, la ligne médiane tranchant alors nettement par sa couleur claire et son aspect lisse sur le fond sombre et granuleux du tégument. GIRARD (**54**) avait fait de cette apparence le caractère distinctif de son *A. natalis* qui n'est simplement qu'une *A. marina* dont il a pris le ventre pour le dos.

C'est surtout chez l'*A. Claparedii* et l'*A. pusilla* que le champ métastomial est bien marqué et limité par une véritable gouttière due à un profond plissement du tégument sur le parcours du collier œsophagien.

Le nombre des segments est encore plus variable dans la région abdominale que dans la région thoracique. Chez l'*A. ecaudata* il atteint jusqu'à 45 et dépasse presque toujours la trentaine sur les individus intacts. Ce nombre se réduit sensiblement chez l'*A. Grubii* qui a très ra-

rement plus de 30 segments branchifères, les individus entiers en ayant en moyenne de 20 à 30.

Ces deux espèces se tronquant facilement par autotomie, non suivie de régénération, on rencontre beaucoup de ces individus mutilés chez lesquels le nombre des segments branchifères peut alors être très restreint.

Pour l'*A. Vincenti* le nombre des segments branchifères varie de 10 à 28. Toutes ces espèces présentent aussi un certain nombre de sétigères abranches faisant suite à la région branchiale : 1 à 7 pour l'*A. ecaudata,* 1 à 3 pour l'*A. Grubii,* 1 à 2 pour l'*A. Vincenti.*

Ces quelques segments abranches, mais sétigères, sont l'indication de la queue abranche et achète qui existe chez toutes les autres espèces. A mesure qu'apparaît chez celles-ci cette région caudale le nombre des segments branchifères se réduit fortement et tend à devenir d'autant plus fixe qu'il est plus réduit.

Chez l'*A. assimilis* Ehl. (**97** p. 103) le nombre des paires de branchies est de 13, tombant parfois à 12 ; nous avons déjà vu que le nombre des segments thoraciques de cette espèce varie également (7 à 8). Le nombre des branchies de l'*A. pusilla* est inconnu, l'unique spécimen étant incomplet.

L'*A. Claparedii* et l'*A. marina* possèdent également 13 paires de branchies, cependant chez cette dernière, d'après Ehlers (**97** p. 104) ce nombre pourrait tomber parfois à 12. Je n'ai jamais rencontré encore d'individus présentant cette particularité.

Enfin, l'*A. cristata,* espèce de grande taille (40 cent.), à queue très développée, nous présente le minimum avec 11 segments branchifères seulement.

La structure des branchies est assez uniforme dans le genre et l'importance que l'on a voulu attacher aux minimes différences qu'elles présentent a été fort exagérée.

Les plus simples sont celles de l'*A. Vincenti* composées de un à quatre filaments annelés, insérés sur une base commune en arrière des parapodes. Chez l'*A. ecaudata,* jeune, les branchies sont aussi représentées d'abord par un simple filament court qui ne tarde pas à se bifurquer, puis à se ramifier ensuite en dichotomie dans un seul plan. Quand la branchie est bien développée, ses nombreuses ramifications arrivent à se recouvrir mutuellement, simulant ainsi un aspect buissonnant quoique la ramification se produise toujours dans un même plan. La branche unique qui leur a donné naissance forme un court pédoncule.

Les branchies de l'*A. Grubii* ne diffèrent de celles de l'*A. ecaudata* que par leurs ramifications terminales moins fines et moins nombreuses.

Chez l'*A. marina* les branchies sont ramifiées aussi dans un seul plan. Mais les 8 à 10 branches principales de chaque organe sont réunies à la base par une membrane palmée. On a voulu établir une différence fondamentale entre les branchies de l'*A. marina* et celles de l'*A. Claparedii*. Claparède (**68** p. 301) décrivant cette dernière (dont on n'avait pas encore fait une espèce à part) faisait remarquer que les branchies de la forme de la Méditerranée « sont disposées dans un même plan comme les nervu- » res d'une feuille et ne forment pas de buisson touffu », et il se demandait s'il n'y avait pas là une différence avec la véritable *A. marina* du Nord. En réalité, il n'y a de ce chef aucune différence entre les deux espèces et l'aspect en buisson ou en éventail tient uniquement à l'état de relâchement ou de contraction de l'organe, ainsi que Jaquet (**85** p. 54) l'a fait remarquer. J'ai sous les yeux différents spécimens d'*A. marina* et, suivant le procédé de conservation employé, les uns ont les branchies parfaitement étalées en éventail et appliquées à plat contre le corps, tandis que les autres les ont disposées en buisson compact.

La seule différence que l'on puisse noter avec celles de l'*A. Claparedii,* c'est que les branchies de cette dernière sont moins fortement palmées et que leurs troncs principaux sont plus longs, plus écartés, à axe plus rectiligne et portent des ramifications secondaires alternes plus nombreuses, plus fines et plus bifurquées. L'aspect en est plus penné.

Encore ces caractères n'ont-ils pas une grande valeur, car, ainsi que Gamble et Ashworth (**98** p. 3) l'ont remarqué, les branchies des *A. marina* de grande taille (variété des Laminaires), ont aussi cette structure pennée qui, on le voit, n'est pas non plus caractéristique de l'*A. cristata* bien qu'elle atteigne son maximum chez cette espèce.

Horst (**89**) avait déjà reconnu qu'entre les branchies de l'*A. marina* et celles de l'*A. antillensis* (= *A. cristata*) il n'y a qu'une simple différence de degré.

Les 15 à 18 troncs qui composent la branchie de l'*A. cristata* sont disposés en éventail, réunis par une palmure moins accentuée mais encore très nette, et portent de chaque côté des ramifications secondaires, alternes, assez touffues.

Les branchies de l'*A. pusilla* ressemblent énormément à celles de l'*A. Claparedii* et de l'*A. cristata.*

Les branchies de l'*A. marina* se développent comme celles de l'*A. Vincenti* et de l'*A. ecaudata* en débutant d'abord par un simple bouton formé d'une évagination du tégument dans laquelle vient se loger une anse vasculaire. Ce bouton s'allonge ensuite en un filament d'abord simple comme chez l'*A. Vincenti.* Les branchies de cette dernière sont donc semblables à celles des formes jeunes des autres espèces arrêtées dans leur développement, elles n'en diffèrent pas fondamentalement.

III. — Parapodes et Soies.

Les parapodes semblables dans toutes les espèces sont biramés. La rame dorsale se compose d'un court mamelon cylindro-conique un peu aplati, d'où s'échappe un faisceau de soies capillaires. La rame ventrale est constituée par un bourrelet demi-circulaire en forme de tore dans lequel sont implantées des soies à crochet, ou *uncini,* disposées sur une seule rangée transversale.

Malgré l'importance exagérée qu'on leur attribue souvent pour la spécification des Polychètes, les soies ne fournissent pas de caractères d'une grande valeur chez les Arénicoles.

Si l'on examine les soies des adultes de grande taille, on trouve en effet des différences entre les diverses espèces, mais ces différences perdent beaucoup de leur valeur lorsqu'on vient à constater que les variations d'une espèce à l'autre sont souvent beaucoup moins considérables que celles que l'on peut observer sur un même individu à différents âges.

Les soies capillaires implantées dans la rame dorsale sont d'une remarquable uniformité dans toute la famille. Elles sont longues, fines, capillaires, légèrement recourbées avec un limbe faiblement développé dont les stries se résolvent vers l'extrémité distale en fines épines. Quand elles sont jeunes, elles ont souvent une double courbure et parfois un léger étranglement du limbe au point où elles émergent du tégument.

Aux stades abranches et chez *A. Vincenti* elles sont assez fortement limbées tandis qu'avec l'âge le limbe se réduit et se résout en fines épines donnant ainsi à la pointe de la soie un aspect de plus en plus poilu.

Les soies capillaires de l'*A. marina* et surtout celles de

l'*A. cristata* de grande taille sont fortement épineuses ; celles de l'*A. Claparedii* sont plus fines et celles de l'*A. ecaudata* et de l'*A. Grubii,* tout en ayant la même structure, sont plus minces et moins épineuses. Mais il y a plus de ressemblance entre les soies de l'*A. ecaudata* et celles de l'*A. marina* jeune qu'entre ces dernières et celles de l'*A. marina* adulte. J'ai déjà montré ailleurs (**99**) la ressemblance des soies de l'*A. Vincenti* avec celles des stades jeunes des autres Arénicoles.

C'est plutôt sur les *uncini* ou soies à crochet de la rame ventrale que l'on a voulu baser des différences spécifiques. Ainsi l'on a décrit les *uncini* de l'*A. Grubii* comme différant de ceux de l'*A. marina* par la présence d'un denticule au vertex. Levinsen (**83**) distingue aussi les *uncini* de l'*A. Claparedii* par leurs denticules du vertex et Horst(**89**) insiste sur ce caractère.

En réalité, la structure en est à peu près identique dans les différentes espèces. Les *uncini* typiques ont la forme d'un crochet légèrement recourbé en S ou plus exactement en $\int$ un peu renflé au milieu et terminé par un rostre en bec de corbin. Aux stades post-larvaires abranches d'*A. marina,* d'*A. ecaudata* et d'*A. Vincenti,* les *uncini* portent une fine barbule sous-rostrale qui ne tarde pas à disparaître.

Chez les jeunes Arénicoles, ayant déjà acquis par ailleurs tous les caractères de l'adulte, les *uncini* sont munis de 2 ou 3 dents au *vertex,* aussi bien chez l'*A. marina,* dont les vieux crochets en sont dépourvus, que chez les *A. ecaudata, A. Grubii, A. Vincenti.* Ces dents disparaissent à mesure que l'animal vieillit et que les soies s'usent. Chez l'*A. cristata,* les *uncini,* très foncés, presque noirs à l'extrémité, sont moins recourbés et plus renflés en massue terminale. Le vertex ne présente plus qu'une partie faible-

ment épineuse comme une vieille brosse usée. Ces soies sont probablement denticulées chez les jeunes, mais n'ayant eu entre les mains que de grands individus de 20 à 35 cent., je n'ai pu m'en assurer.

Ainsi chez l'*A. marina* jeune, on trouve des *uncini* portant des dents très nettes au vertex [Mesnil (**97**), pl. vi, fig. 17) Gamble (**98**) pl. iii, fig. 9) Fauvel (**99**) fig. 2] et par contre chez l'*A. Grubii* âgée des *uncini* dépourvus de dents [Fauvel (**99**) pl. iii, fig. 17 à 23]. La présence ou l'absence de ces dents n'a donc aucune valeur spécifique.

Avec de l'habitude, on peut arriver à distinguer les *uncini* des différentes espèces à condition qu'ils soient pris sur des individus également âgés et de taille correspondante, cependant ces caractères portant seulement sur de légères dissemblances d'aspect général ne peuvent être décrits ou figurés d'une façon assez nette pour avoir une utilité réelle. C'est trop une question de coup d'œil.

En résumé, *chez l'adulte,* les dents du vertex sont très nettes chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Vincenti,* un peu émoussées chez l'*A. Grubii,* plus usées chez l'*A. Claparedii* et l'*A. pusilla.* Chez l'*A. marina* de grande taille et chez l'*A. cristata,* elles disparaissent à peu près complètement. C'est donc l'*A. ecaudata* qui conserve le plus le caractère primitif des soies, puisque ses crochets adultes sont encore presque semblables à ceux des stades jeunes des autres espèces.

Les Polychètes se rapprochant le plus du type primitif idéal possèdent un grand nombre de segments presque tous semblables comme les Phyllodociens, par exemple. A mesure que l'animal s'élève en organisation la division du travail s'accentue et se trahit par l'apparition de régions distinctes à segments différenciés, le nombre de ceux-ci, diminuant en même temps qu'ils s'adaptent davantage chacun à un rôle déterminé, tend à devenir de

plus en plus fixe. C'est ce que l'on peut aisément constater sur les *Polychètes* à régions bien différenciées telles que les HERMELLES, les AMPHARÉTIENS, certains TÉRÉBELLIENS, et les PECTINAIRES par exemple.

Or, dans la famille des ARÉNICOLIENS, c'est précisément chez l'*A. ecaudata* que nous rencontrons à la fois le plus grand nombre de segments semblables et la plus grande variabilité dans ce nombre. Le *prostomium* forme un lobe céphalique conique sans crêtes ni caroncule, seuls les segments antérieurs diffèrent des autres par l'absence de branchies ; il n'y a pas de région caudale spécialisée. Chez l'*A. Grubii* on observe une réduction dans le nombre de segments de la région antérieure, aussi bien que de la région postérieure, en même temps qu'une plus grande fixité dans le nombre des premiers et une modification du prostomium. L'*A. Vincenti* a conservé beaucoup des caractères primitifs et ressemble même davantage, sous ce rapport à l'*A. ecaudata*, mais il semble que ce soit une forme arrêtée dans son développement et il y a lieu de se demander si l'on n'est pas en face d'une régression due à un genre de vie plus sédentaire. Nous verrons plus loin d'autres raisons apportant leur appui à cette manière de voir.

Avec l'*A. cristata* nous arrivons à des formes plus différenciées, caractérisées par l'apparition d'une queue achète et abranche. Par la forme de son lobe céphalique et la structure de ses otocystes, elle semble former le trait d'union entre l'*A. Grubii* et l'*A. marina*. L'*A. Claparedii* représenterait la forme la plus évoluée.

L'étude de l'anatomie comparée des différents organes nous apprendra seule si ces inductions fondées sur la morphologie externe sont exactes.

J'ai déjà dit un mot de l'autotomie fréquente chez l'*A.*

ecaudata et l'*A. Grubii,* elle existe également chez les formes pourvues d'une queue et l'on sait avec quelle facilité cet appendice se brise chez l'*A. marina*. Aussi sa longueur, qui chez les jeunes égale, ou même dépasse celle du reste du corps, est-elle souvent très restreinte chez l'adulte. Dans cette espèce l'autotomie semble limitée à la queue et ne paraît jamais s'exercer sur la région branchiale.

IV. — Téguments.

La structure des téguments est d'une remarquable uniformité. La cuticule assez développée est, par une exception assez rare chez les Polychètes, complètement anhiste. Chez toutes les espèces que j'ai examinées je n'ai pu y découvrir de striation. Par contre, j'y ai fort bien distingué les fins pores dont elle est percée, et qui servent de canaux excréteurs aux cellules à mucus de l'épiderme. Chez l'*A. cristata*, dont la cuticule épaisse se détache facilement par macération, on distingue très bien les pores sur un lambeau détaché. Sur des coupes perpendiculaires à la surface de l'épithélium de l'*A. ecaudata* et de l'*A. Grubii* colorées fortement à l'hématoxyline,le mucus qui remplit ces fins canalicules prenant énergiquement le colorant, ceux-ci apparaissent nettement comme un trait noir s'enfonçant dans la cellule muqueuse sous-jacente.

Wiren (**87**) à qui l'on doit une bonne description de l'épithelium de l'*A. marina* n'avait pas réussi à voir ces pores et en niait l'existence. Je les ai cependant retrouvés également sur cette espèce.

Je renvoie à cet auteur pour la description détaillée de l'épiderme dans les différentes régions, me bornant à rappeler qu'il se compose de fibro-cellules de soutien plus ou moins allongées, et de cellules à mucus claviformes ou

ovoïdes suivant les cas. Les fibro-cellules de soutien renferment à leur intérieur de très fines granulations pigmentaires, foncées, localisées surtout dans le tiers supérieur, déterminant ainsi sur les coupes une bande grise à cette hauteur. Cette description de l'épiderme de l'*A. marina* s'applique exactement aux autres espèces. Chez l'*A. Vincenti* les cellules sont cependant un peu moins allongées et les cellules muqueuses sont proportionnellement plus nombreuses, mais il en est de même pour les formes jeunes de l'*A. ecaudata*.

L'abondance du pigment granuleux, noir, est très variable suivant l'habitat et l'âge. Il existe chez toutes les espèces. C'est à son accumulation que certains individus doivent leur couleur noir foncé. Les différences de pigmentation sont souvent considérables dans une même espèce. Aussi bien chez l'*A. marina* que chez les *A. ecaudata, Grubii* et *Claparedii* on rencontre des individus fort peu pigmentés, à téguments rosés et même transparents si l'animal est jeune et d'autres d'un noir de jais. Les *A. marina* répondant à la prétendue *A. carbonaria* de Leach, sont aussi pigmentées que les *A. Grubii* les plus foncées. Les spécimens de l'*A. cristata* que je possède sont extrêmement foncés. Il faut noter qu'ils sont de grande taille.

Le pigment se localise d'abord aux extrémités du corps. J'ai recueilli de jeunes *A. marina* dont les téguments transparents comme du cristal laissent apercevoir tous les organes et dont les 2 ou 3 premiers segments sont enfumés ainsi que l'extrémité caudale. Sur d'autres plus âgées on voit la pigmentation gagner des extrémités vers le milieu du corps.

La pigmentation n'est pas seulement fonction de l'âge, mais encore de l'habitat. A taille égale les individus vi-

vant dans le sable propre sont beaucoup plus clairs que ceux habitant la vase noire et fétide, ou le sable chargé de matières organiques.

Bien que l'*A. Vincenti* soit de teinte très claire, son épiderme renferme cependant les mêmes fines granulations noires. Par contre cette espèce est la seule qui soit dépourvue du lipochrome jaune verdâtre si abondamment secreté par les autres espèces et qui teint fortement les mains en jaune quand on les manie. L'un des nombreux synonymes de l'*A. marina* (*A. tinctoria* Leach) rappelle cette particularité qui avait frappé les anciens auteurs.

« La grande quantité de matière colorante de couleur » safran que fournit l'Arénicole, dit Blainville (Dict. » Sciences Nat., p. 390), avait fait proposer de s'en servir » pour la teinture ; mais je n'ai point appris que cette pro- » position ait été suivie du moindre commencement d'exé- » cution. »

Ce lipochrome jaune est très soluble dans l'alcool qu'il colore d'abord en vert, puis cette teinte vire ensuite au brun sale.

La disposition des muscles et leur structure histologique sont semblables chez l'*A. cristata,* l'*A. Claparedii* et l'*A. marina*. On peut donc prendre pour type la musculature de l'*A. marina* dont on trouvera une description et de bonnes figures dans Gamble et Ashworth (**99**).

Chez l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata* la couche des muscles obliques fait défaut dans la région thoracique. Dans cette région le cœlome n'est donc pas divisé en trois chambres longitudinales ainsi que cela a lieu chez les autres espèces dont les néphridies sont situées dans des chambres néphridiennes séparées de la chambre intestinale par la couche des muscles obliques.

V. — Cœlome.

La cavité générale peut être divisée en trois parties : 1° Une antérieure caractérisée par la présence de trois diaphragmes que l'on retrouve chez toutes les espèces insérés sur les mêmes segments ; 2° une région moyenne de longueur variable correspondant à peu près à celle de l'estomac et complètement dépourvue de diaphragmes ; 3° une partie postérieure s'étendant jusqu'au pygidium et dans laquelle il existe régulièrement un diaphragme par segment.

Le premier diaphragme s'insère en avant du premier segment uncinigère, à la base des rétracteurs de la trompe et il enserre étroitement l'œsophage. Il se compose d'une lame musculaire revêtue sur ses deux faces par l'endothélium.

Son caractère le plus important est de donner naissance de chaque côté de l'œsophage, à un diverticule dirigé en arrière. Ces organes, pris jadis pour des glandes salivaires, sont remarquables par l'épaisseur de leurs parois musculaires, mamelonnées et très vasculaires. Ces petits sacs sont les homologues du grand sac diaphragmatique impair de la *Melinna* et présentent la même structure. Ils renferment généralement des amas de corpuscules cœlomiques.

Ces organes, relativement petits, quoique bien visibles, chez l'*A. marina* sont très developpés chez l'*A. cristata,* l'*A. Grubii* et surtout chez l'*A. ecaudata.* Chez celle-ci ils atteignent en arrière jusqu'au second diaphragme. Ils font complètement défaut chez l'*A. Claparedii* et chez l'*A. Vincenti.*

En avant du premier diaphragme et s'insérant sur le même cercle se trouve le faisceau conique des muscles ré-

tracteurs de la trompe, que l'on a pris parfois pour un diaphragme antérieur.

Le deuxième diaphragme s'insère en arrière du 2e parapode. La chambre comprise entre les deux premiers diaphragmes renferme donc les sacs sétigères des 2 premiers parapodes.

Le troisième diaphragme s'insère en arrière du 3e parapode ; l'espace compris entre lui et le 2e diaphragme ne renferme donc qu'un seul parapode. Ce diaphragme se prolonge assez en arrière en forme de cône dont le sommet enserre l'œsophage. Chez l'*A. marina*, mais chez cette espèce seule, il est traversé par le pavillon vibratile de la 1re néphridie.

Dans la région stomacale il n'existe pas de diaphragmes. Postérieusement ils reparaissent d'abord sous forme de simples brides triangulaires, ensuite de véritables dissépiments étranglant l'intestin dans chaque segment et lui donnant ainsi un aspect moniliforme. Le segment auquel reparaissent les diaphragmes est variable avec les espèces.

Chez l'*A. Grubii* ce segment est le 15e uncinigère, le 17e chez l'*A. cristata*, le 18e chez l'*A. ecaudata*, le 19e chez l'*A. marina* et l'*A. Claparedii*, enfin le 16e chez l'*A. Vincenti* autant que j'ai pu m'en assurer. Cette espèce, vu sa petite taille, ne pouvant être étudiée que par transparence et par la méthode des coupes en séries, il est difficile d'arriver sur ce point à une certitude absolue.

Le cœlome renferme des amibocytes à pseudopodes, des éléments arrondis et fusiformes à peu près identiques dans toutes les espèces. Il est revêtu d'un endothelium.

VI. — Appareil digestif.

Cet appareil présente une remarquable uniformité d'organisation. Partout on retrouve une trompe globuleuse, rétractile, garnie de papilles, suivie d'un œsophage à parois épaisses, à lumen étroit, étoilé. Vers le 5e ou 6e segment uncinigère environ l'œsophage porte dorsalement une paire de diverticules ou cœcums ovoïdes, dirigés en avant. L'estomac est une longue poche cylindro-conique un peu renflée antérieurement et s'atténuant graduellement en arrière pour passer insensiblement à l'intestin. Il s'étend approximativement du 6e au 15e uncinigère.

Ses parois jaunâtres, glandulaires sont fortement et régulièrement gaufrées, une gouttière vibratile règne sur sa face ventrale. Il remplit la plus grande partie de l'espace cœlomique dépourvue de diaphragmes et sa longueur étant un peu supérieure, il y a tendance à la formation d'une anse intestinale à son extrémité postérieure.

L'intestin, étroit, s'étend en ligne droite jusqu'à l'anus. Il est maintenu et étranglé par un diaphragme dans chaque segment. Des replis longitudinaux et des épaississements de son épithelium donnent un aspect étoilé à son lumen.

La description histologique que Wiren (**87**) a donnée de l'appareil digestif de l'*A. marina* s'applique à très peu de chose près aux autres espèces.

Les papilles qui garnissent la trompe sont plus nombreuses, plus fines et plus molles au sommet de cet organe qu'à la base où elles sont plus grosses et plus saillantes. Sur les grands individus d'*A. marina* et d'*A. cristata*, ces papilles de la base s'allongent en petits crochets triangulaires à pointe chitinisée, recourbée en dehors.

Chez les autres espèces elles restent molles et arrondies.

Les cœcums œsophagiens existent toujours et chez toutes les espèces sauf l'*A. Claparedii* ils sont semblables et ont même structure histologique. De nombreux replis de leur épithelium glandulaire forment à leur intérieur de fortes crêtes longitudinales. Tout au plus sont-ils légèrement plus volumineux, plus ovïdes et à parois plus minces chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Grubii* que chez l'*A. marina* et un peu plus petits et plus coniques chez l'*A. cristata*.

L'*A. Claparedii* est la seule espèce qui présente une modification importante de ces organes remplacés chez elle par deux longs cœcums tubulaires, très contournés. De plus entre eux et l'estomac, l'œsophage porte en outre trois autres paires de courts cœcums de taille diminuant progressivement et qui n'ont été jusqu'ici signalés que par Jaquet (**85** pl. XXI fig. 38, sous le nom d'*A. piscatorum*) qui compare leur forme à celle de pépins de pomme un peu renflés. Ces trois paires de cœcums supplémentaires n'existent que chez l'*A. Claparedii*. Leur structure interne correspond à celle des gros cœcums des autres espèces, seulement les crêtes de l'épithelium glandulaire se soudent au point de former de véritables lames parallèles feuilletées traversant la cavité d'un bord à l'autre.

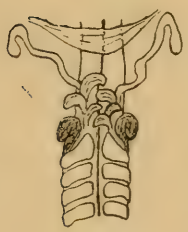


Fig. 1.

A. Claparedii. — Cœcums œsophagiens. Les cœurs latéraux sont plus foncés.

VII. — Appareil circulatoire.

L'appareil circulatoire de l'*A. marina* est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'entrer dans des détails à ce sujet. Milne Edwards (**37**) a en donné une description

restée longtemps classique malgré un certain nombre d'erreurs. Depuis il a été étudié par Cosmovici (**80**), Vogt et Yung (**88**), Wiren (**87**), Gamble et Ashworth (**98**). La description de ces derniers est très claire et accompagnée d'excellentes figures.

Cet appareil comprend principalement un plexus lacunaire intestinal aboutissant antérieurement à deux cœurs latéraux [1] en communication avec un gros vaisseau ventral, un vaisseau dorsal et deux vaisseaux nerviens.

Il suffit de comparer les descriptions concernant l'*A. marina* avec celle de Jaquet, dont la prétendue *A. piscatorum* est en réalité l'*A. Claparedii,* pour se convaincre de l'identité de l'appareil circulatoire de ces deux espèces.

On sait que chez l'*A. marina,* et en cela l'*A. Claparedii* lui est identique, les 6 premières branchies reçoivent leur vaisseau dorso-pédieux de la face inférieure du sinus stomacal (pseudo-vaisseaux sous-intestinaux des auteurs), tandis que les 7 dernières le reçoivent du vaisseau dorsal. La mutation du dorso-pédieux a donc lieu au 13e uncinigère. Chez l'*A. cristata* cette mutation a lieu au 12e. C'est d'ailleurs la seule différence sensible que j'ai constatée.

L'appareil circulatoire des *A. ecaudata, A. Grubii, A. Vincenti* n'en diffère que : 1° par l'absence de la différenciation des lacunes antérieures de l'estomac en pseudo-vaisseaux latéro-intestinaux (il convient toutefois de remarquer qu'ils sont souvent peu marqués chez l'*A. marina*), 2° par le numéro d'ordre du segment auquel se produit la mutation du dorso-pédieux ; 3° par la présence de vaisseaux branchiaux à tous les segments postérieurs, tan-

[1] Il est maintenant bien démontré que ces deux cœurs sont sans communication directe avec le vaisseau dorsal comme on le croyait jadis.

dis que dans la région caudale des espèces à queue abranche, il n'existe plus que des anses latérales entourant l'intestin en demi-cercle.

La mutation du dorso-pédieux a lieu au 16e uncinigère chez l'*A. ecaudata,* au 12e chez l'*A. Grubii,* que les branchies apparaissent au 16e ou au 17e chez la première, au 12e ou au 13e chez la seconde.

Chez l'*A. Vincenti,* autant que j'ai pu m'en assurer sur des coupes en série, la mutation a lieu au 16e uncinigère.

On voit que chez l'*A. marina* et l'*A. Claparedii* les six premières branchies tirent leur dorso-pédieux de la face inférieure du sinus ; chez l'*A. cristata* les cinq premières seulement présentent ce dispositif. Chez l'*A. ecaudata*, l'*A. Grubii* et l'*A. Vincenti* toutes les branchies reçoivent au contraire leur dorso-pédieux du vaisseau dorsal.

Une question assez discutée est celle du sinus péri-intestinal. Tous les anciens auteurs ont décrit sur l'intestin un réseau sanguin formé de mailles anastomosées et donnant 4 principaux troncs : 1° deux latéro-intestinaux, aboutissant aux oreillettes, 2° deux sous-intestinaux. Wiren (**87**) a démontré que ce plexus est en réalité un sinus et que les prétendus vaisseaux correspondent seulement à des parties plus profondes de celui-ci, à des gouttières formées par les replis de l'epithelium. Cette explication a été admise par de Saint-Joseph (**94** p. 127).

Depuis, l'existence de ce sinus a été niée chez l'*A. marina* par Benham (**93**), puis par Gamble et Ashworth (**98**). Ceux-ci considèrent « le prétendu sinus comme un « plexus serré de vaisseaux dont quelques-uns semblent « avoir un revêtement cellulaire distinct. » (p. 17.)

Il me semble que ceux qui ne possèdent pas ce revêtement distinct rentrent au moins dans la catégorie des lacunes.

D'après mes propres observations sur plusieurs espèces je suis convaincu de l'existence du sinus, mais il ne forme pas autour de l'intestin un manchon sanguin continu comme chez les Ampharétiens par exemple. C'est en réalité un plexus de lacunes anastomosées. Les deux prétendus vaisseaux sous-intestinaux sont deux longues lacunes, de section triangulaire, formées par deux plis parallèles séparés par un bourrelet de l'épithelium intestinal. Ceci explique pourquoi les injections colorées passent difficilement de l'un dans l'autre.

Sur des coupes tangentielles de l'intestin colorées à l'éosine, il est facile de s'assurer que la disposition des mailles de ce plexus est la même chez l'*A. Vincenti* que chez les autres Arénicoles.

Enfin, la localisation des cellules chloragogènes sur les parois du vaisseau ventral et des ventro-pédieux est également générale.

VIII. — Système nerveux.

L'encéphale, plus ou moins développé suivant les espèces, est relié chez toutes par le collier œsophagien à une chaîne nerveuse formée de deux cordons étroitement soudés en une bande de section quadrangulaire de diamètre à peu près constant et dépourvue de renflements ganglionnaires. Les deux angles supérieurs du cordon sont flanqués chacun d'un vaisseau nervien. Les fibres géantes font défaut chez l'*A. Vincenti* et elles manquent également aux stades jeunes de l'*A. marina* et de l'*A. ecaudata* qui en possèdent cependant à l'état adulte.

Le développement de l'encéphale est en raison directe de la complication du lobe céphalique. Chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Vincenti*, dont le prostomium (fig. 2 et 3)

semblable est composé d'un cône, à peine un peu plus allongé chez la seconde que chez la première, surmontant l'orifice buccal, le cerveau moyen est réduit à une bandelette nerveuse formée de deux petits ganglions soudés de la face inférieure desquels naissent les connectifs œsophagiens. Le cerveau antérieur est représenté principalement par une vingtaine de nerfs palpaires convergeant vers l'extrémité du prostomium dont la pointe représente par conséquent un palpode impair. Le cerveau postérieur se relie sans transition au cerveau moyen. Il est caractérisé par les organes nucaux formés de deux fossettes vibratiles fusionnées sur le milieu de la face dorsale de manière à figurer un organe impair. Ils s'ouvrent à l'extérieur par une fente assez large en créneau.

Chez l'*A. Vincenti* les nerfs palpaires sont plus grêles et moins nombreux que chez l'*A. ecaudata*, mais l'ensemble de l'encéphale et du lobe céphalique est identique.

L'*A. Grubii* est, de toutes, celle dont ces organes présentent la plus grande réduction. Le prostomium ne se prolonge plus en cône au-dessus de la bouche, il est réduit à une bande transversale limitée en arrière par l'entrée largement ouverte de la fossette nucale ; en avant un léger sillon transversal le sépare seul de la lèvre supérieure de sorte que l'ouverture buccale est terminale (fig. 4).

Le cerveau n'est plus qu'une commissure à section circulaire guère plus grosse que celle du collier œsophagien. Il envoie en avant une douzaine de nerfs palpaires qui innervent les papilles de la lèvre supérieure. Cette aire palpaire est beaucoup plus réduite que chez les espèces précédentes. En arrière les organes nucaux sont fusionnés en une fente profonde, largement ouverte, dont le fond présente de chaque coté un repli saillant.

L'*A. cristata* établit le passage entre les formes précé-

dentes et celles à lobe céphalique plus compliqué comme l'*A. marina*, l'*A. Claparedii*, l'*A. pusilla*, l'*A. assimilis*. Son lobe céphalique n'est encore qu'un bourrelet transversal dépourvu d'appendices, mais beaucoup plus développé que celui de l'*A. Grubii* (fig. 5). Il est arqué, renflé au centre, saillant au-dessus de l'orifice buccal et sa surface est légèrement mamelonnée. En arrière une dépression triangulaire marque l'ouverture, déjà plus étroite, des organes nucaux. Ceux-ci étant plus développés, le sac nucal fait légèrement saillie dans le cœlome, tandis que chez les précédentes, il est noyé dans l'épaisseur des téguments.

Le lobe céphalique de l'*A. marina* affecte la forme d'une petite caroncule trilobée dont les lobes latéraux à pointe un peu recourbée en arrière donnent à l'organe un aspect en fleur de lys (fig. 7).

Ce lobe céphalique est le plus souvent invaginé dans une petite fossette semi-circulaire que limite en arrière l'ouverture étroite de l'organe nucal. Le sac nucal assez saillant à l'intérieur du cœlome est facile à voir par simple dissection. Le cerveau moyen est relativement développé, le cerveau antérieur est représenté par deux gros nerfs courts, innervant les lobes latéraux du prostomium. Cette structure est, on le voit, plus compliquée que ne l'indiquent les figures classiques telles que celle de Vogt et Yung (**88** p. 490 fig. 249). La figure de Gamble et Ashworth (**98**) pl. V, fig. 26) qui le représente avec deux cornes antérieures et deux cornes postérieures bien distinctes est plus exacte bien que ces deux cornes postérieures, représentant les nerfs nucaux, se fusionnent dans les organes de même nom sans s'y terminer ainsi en pointe. De plus le lobe médian, bien que pourvu d'une cavité contenant de nombreux vaisseaux sanguins, reçoit de fins nerfs superficiels.

Au stade jeune, décrit sous le nom de *Clymenides sulfureus,* le lobe céphalique n'a pas acquis encore sa forme définitive, c'est alors un appendice conique, tronqué un peu obliquement, à extrémité arrondie dépassant nettement l'ouverture buccale (fig. 6). Il offre alors une grande ressemblance avec celui de l'*A. ecaudata* (voir Claparède (**63**) pl. XV fig. 24-25, Benham (**93**) pl. 1. fig. 1, Kyle (**96**), pl. XV, fig. 6, Fauvel (**99**), pl. III, fig. 1 et 2). Plus tard, sur les jeunes individus ayant acquis toutes leurs branchies, ce cône se réduit pendant que deux petits sillons marquent une indication des trois lobes ; mais il est encore terminal et en saillie sur la bouche. A mesure que l'animal grandit les lobes s'accusent davantage, mais l'ensemble s'invagine et souvent n'est plus visible que lorsque la trompe s'extroverse. (fig. 7.)

Chez l'*A. assimilis* Ehl, les lobes latéraux, ou palpes rudimentaires du prostomium, sont plus accentués que chez l'*A. marina* en même temps que le lobe médian est plus réduit ainsi que j'ai pu m'en convaincre par le croquis que M. Ehlers a eu l'obligeance de m'envoyer pour corroborer sa description (**97** p. 103, voir plus bas fig. 11).

C'est l'*A. Claparedii* qui présente le maximum de complication du prostomium. De chaque côté du bourrelet médian, les deux lobes latéraux se développent en replis sinueux, richement innervés par de gros nerfs palpaires (fig. 8). Les organes nucaux forment un sac volumineux à ouverture étroite. L'*A. pusilla* est également caractérisée par le grand développement de ses lobes latéraux s'étalant en lames foliacées, arrondies, en avant de la bouche, tandis que le lobe médian, triangulaire, est très petit (fig. 9).

Les yeux très rudimentaires sont de simples taches pigmentaires disposées en nombre variable de chaque côté de la face dorsale du prostomium et profondément noyées

dans l'épaisseur de l'encéphale. Leur structure rappelle celle que j'ai décrite pour l'*Amphicteis Gunneri*.

J'ai constaté leur existence chez l'*A. Vincenti,* l'*A. Grubii,* l'*A. ecaudata* et l'*A. marina*, mais chez ces dernières ils ne sont visibles entièrement qu'aux stades a-branches; plus tard on ne peut les distinguer que sur des coupes fines et ils finissent même par disparaître complètement chez l'adulte.

Les otocystes de l'*A. marina* ont été étudiés par Grube (**38**), Cosmovici (**80**), Vogt et Yung (**88**), Ehlers (**92**) et Gamble et Ashworth (**98**); ceux de l'*A. Grubii* par Claparède (**68**), Jourdan (**92**) et Ehlers (**92**).

L'important mémoire d'Ehlers comprend en outre la description des otocystes de l'*A. antillensis* = (*A. cristata* Stp.) et des otocryptes de l'*A. Claparedii*.

Ces organes font complètement défaut chez l'*A. Vincenti;* chez l'*A. Claparedii*, ils sont réduits à des otocryptes, simples poches dans les téguments, largement ouvertes et ne renfermant pas d'otolithes. L'*A. marina* possède des otolithes qui ne sont que de petits grains de quartz irréguliers d'origine externe; l'organe reste en communication avec l'extérieur par un fin canal.

Les otocystes de l'*A. cristata* sont entièrement clos et renferment un seul gros otolithe sphérique. Mes observations sur ce point confirment celles d'Ehlers et sont une nouvelle preuve de l'identité de l'*A. antillensis* Luetk. et de l'*A. cristata* Stps.

Les otocystes de l'*A. Grubii* et de l'*A. ecaudata* sont également clos et de plus complètement recouverts par la musculature. Ils contiennent, dans les deux espèces, un grand nombre d'otolithes sphériques, réfringents, de tailles très diverses. Mais tandis que ceux de l'*A. Grubii,* traités par les acides, restent homogènes, ceux de l'*A. ecau-*

data soumis au même traitement montrent au centre une foule de petites granulations noires qui paraîssent être de très fines bulles gazeuses produites par l'action de l'acide. La partie périphérique reste transparente et inaltérée, les acides semblant n'avoir aucune action sur elle.

On sait que les otocystes tirent leur nerf des connectifs œsophagiens. On voit que la perfection des otocystes est généralement en raison inverse de la complication des appendices du prostomium.

L'*A. Claparedii*, chez laquelle ces derniers atteignent leur plus grand développement, est dépourvue d'otocystes, tandis que l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata* à lobe céphalique rudimentaire ont les otocystes les mieux différenciés. L'*A. Vincenti* dont le prostomium est semblable à celui de l'*A. ecaudata* en est cependant privée, mais ainsi que nous le verrons plus loin, cette espèce est une forme plus dégradée que primitive ce qui explique la disparition d'un organe des sens non compensée par le développement des autres.

IX. — Néphridies.

Les néphridies des Arénicoles, toutes construites sur un même plan, se ressemblent énormément, mais leur nombre et leur répartition varient avec les espèces.

Elles se composent toujours d'un pavillon vibratile. largement ouvert en avant, à deux lèvres, dont l'une est bordée d'un vaisseau sanguin portant une frange de digitations en cœcum. A ce pavillon fait suite un sac brunâtre plus ou moins allongé s'ouvrant dans une poche terminale globuleuse, en forme de rosette à parois épaisses très contractiles.

Chez l'*A. ecaudata* et l'*A. Grubii* les deux lèvres du

pavillon sont inégales ; la plus grande, demi-circulaire, est bordée par le vaisseau à digitations ; la plus petite est divisée en deux lobes discoïdes dépourvus de frange vasculaire. Les différences entre les deux espèces sont purement histologiques et peu importantes.

Chez l'*A. marina,* l'*A. Claparedii* et l'*A. cristata* la frange vasculaire de la grande lèvre est plutôt une fraise composée d'une foule de digitations vasculaires *aplaties*. La petite lèvre n'est pas profondément bilobée, mais souvent vésiculeuse. Ce ne sont là en somme que des différences légères.

Au point de vue du nombre et de la répartition de ces organes, il en est tout autrement.

L'*A. ecaudata* en possède 12 paires, parfois 13. La 1re est toujours située dans le 5e segment uncinigère et son pavillon vibratile s'ouvre dans le 4e ; la 12e est située dans le 16e et la 13e, quand elle existe, dans le 17e. Cette espèce est seule à posséder un aussi grand nombre de néphridies.

L'*A. Grubii* n'en a que 5 paires et j'ai toujours trouvé ce chiffre rigoureusement constant. Elles appartiennent aux segments uncinigères 5 à 9. L'*A. Claparedii* en possède également 5 paires situées dans les mêmes segments.

L'*A. marina* et l'*A. cristata* en ont chacune 6 paires, mais tandis que, chez l'*A. cristata*, la première paire a son néphridiopore dans le 5e uncinigère, comme chez toutes les autres espèces, chez l'*A. marina,* par *une exception unique dans la famille*, la première paire appartient au 4e segment uncinigère et son pavillon vibratile s'ouvre dans le 3e à travers le 3e diaphragme.

L'*A. Vincenti* a 3 à 5 paires de néphridies situées dans dans les uncinigères 5 à 9.

X. — Reproduction.

Les élements reproducteurs se développent aux dépens de l'endothelium péritonéal du vaisseau néphridien, surtout dans la partie de ce vaisseau s'étendant au-dessus du corps de la néphridie.

Chez l'*A. marina,* l'*A. Claparedii* et l'*A. Grubii*, ces gonades restent toujours petites, car les ovules et les spermatogonies s'en détachent à un stade très peu avancé pour tomber dans la cavité générale où ils arrivent ensuite à maturité.

Chez l'*A. ecaudata,* les gonades, dont j'ai déjà donné ailleurs une description (**99**ᵃ, p. 27, pl. I, fig. 2-3), atteignent un volume considérable. Elles se forment aux dépens des villosités sanguines du vaisseau néphridien et sont différentes dans les deux sexes.

Chez la femelle chaque diverticule sanguin donne naissance à un long follicule plus ou moins cylindrique. La gonade est donc une volumineuse houppe formée par l'ensemble de ces follicules dont chacun a pour axe un vaisseau et est limité par une membrane. Les ovules se développent entre la membrane et le vaisseau qui lui a donné naissance.

Chez le mâle, chaque gonade affecte la forme d'une seule masse grisâtre, aplatie, réniforme, contournée sur elle-même et recouvrant toute la néphridie. Elle est formée d'une bourse membraneuse bourrée de spermatoblastes à tous les états de développement et dans l'intérieur de laquelle se ramifie une quantité de petits vaisseaux aux dépens de la paroi desquels naissent les cellules sexuelles.

Les éléments reproducteurs ne sont mis en liberté dans le cœlome que peu de temps avant la ponte.

La première paire de néphridie est toujours dépourvue

de gonades. (Il semble en être de même chez l'*A. marina* et l'*A. Grubii*.)

Les élements reproducteurs de l'*A. Vincenti* naissent aussi aux dépens de l'endothelium, mais leur production n'est pas localisée sur les seuls vaisseaux néphridiens, car on en voit se développer en des points divers du cœlome : sur le vaisseau ventral, les parois du sinus intestinal, l'endothelium des diaphragmes, etc... Les œufs de cette espèce sont remarquables par leur taille relativement grande, leur grand axe atteint le tiers du diamètre total du corps dans la région abdominale (300 μ × 200 μ).

Tous les individus que j'ai examinés renfermaient des œufs. L'un d'eux contenait en outre quelques rares spermatogemmes.

Mesnil (**98** p. 636) a observé d'ailleurs sur plusieurs exemplaires : « en même temps que des ovules une sper- » matogénèse très nette avec toutes les transformations » des spermatides en spermatozoïdes à noyau filiforme. »

Cette espèce est donc hermaphrodite.

Mesnil a observé la ponte et une partie du développement au mois de septembre. Les œufs sont pondus autour du tube maternel.

Chez l'*A. Grubii* j'ai observé une fois, en avril 1899, la coexistence dans le cœlome de quelques ovules avec de nombreux spermatozoïdes ; cette observation étant unique, je n'y attache qu'une importance très relative.

L'*A. Vincenti* est probablement la seule Arénicole habituellement hermaphrodite, mais dans ce fait je suis loin de voir comme Mesnil une complication en désaccord avec ses caractères primitifs. L'hermaphrodisme est une marque de dégradation plutôt que de perfectionnement.

La plupart des Polychètes hermaphrodites, d'ailleurs

peu nombreuses, se rencontrent dans la famille des *Serpuliens*. Ce caractère affecte le genre *Salmacina* en entier (*Salmacina Dysteri* Hux., *S. incrustans* Clp., *S. ædificatrix* Clp.). Dans le genre *Spirorbis*, l'hermaphrodisme a été constaté chez 5 espèces : *S. Pagenstecheri* Qfg., *S. militaris* Clp., *S. lævis* Qfg., *S. borealis* Daud., *S. pusillus* St-J. Il est probable que ce caractère est commun aux autres espèces du genre.

Chez les *Salmacina*, les premiers segments abdominaux sont mâles et les suivants femelles. Parfois, cependant, d'après Claparède (**63** p. 33), on trouve à la fois des œufs et des spermatozoïdes dans un même segment. Chez les *Spirorbis*, au contraire, les œufs se développent dans les premiers segments abdominaux et les spermatozoïdes dans les segments postérieurs.

Les *Spirorbis* et les *Salmacina* sont des *Serpuliens* de très petite taille, complètement fixés, habitant un tube calcaire. Les *Salmacina* présentent même des phénomènes de reproduction par scissiparité : (Huxley, **55** p. 124). Les *Spirorbis* sont modifiés par l'enroulement au point d'en devenir asymétriques.

Chez l'*Amphiglena mediterranea* Clp. ovules et spermatozoïdes coexistent souvent pêle-mêle dans les mêmes segments. Ici encore il s'agit d'un *Serpulien* de la tribu des *Sabellidés*, libre, mais de très petite taille (6 m/m à 8 m/m) et assez aberrant puisque le segment anal portant de 4 à 6 paires d'yeux y joue au point de vue de la direction le rôle physiologique de tête (individu directeur d'Ed. Perrier).

Dans la même famille, on a constaté la viviparité d'une espèce plus grande, le *Pomatoceros triqueter* L ; mais la coexistence des œufs et des spermatozoïdes n'ayant jamais été démontrée, on est probablement en présence d'un cas de parthénogénèse et non d'hermaphrodisme.

Parmi les Sédentaires hermaphrodites MEYER (**87** p. 640) cite une *Pectinaire* du golfe de Naples mais sans dire laquelle et sans fournir aucune explication à l'appui de son assertion.

Le *Dodecaceria concharum* ŒRST. a été mentionné comme hermaphrodite à Porto-Torrès par MONTICELLI (**95**), mais cette observation paraît suspecte à CAULLERY et MESNIL (**98** p. 97) qui n'ont jamais rencontré, chez la forme sédentaire atoque, que des femelles parthénogénétiques.

Parmi les Errantes, l'hermaphrodisme a été constaté chez les HÉSIONIENS *(Hesione sicula* et *Tyrrhena)* par EISIG (**81**) et par DE SAINT-JOSEPH (**94**). Les mêmes gonades produisent ici simultanément des œufs et des spermatozoïdes.

C'est chez les NÉRÉIDIENS qu'un des premiers cas d'hermaphrodisme des Polychètes a été observé d'abord par MOQUIN-TANDON (**69**) sur la *Nereis Dumerilii* AUD. EDW. (= *Nereis massiliensis* M. T.), puis confirmé par CLAPARÈDE (**70**). CAULLERY et MESNIL (**98** p. 97) l'ont également retrouvée hermaphrodite à l'anse Saint-Martin et j'ai fait aussi la même constatation à Cherbourg.

La *Nereis Dumerilii* est une des plus petites espèces du genre et remarquablement polymorphe.

La *Nereis diversicolor* MUELL., de taille plus grande, est vivipare d'après MAX SCHULTZE, SCHROEDER et MENDTHAL, mais ce dernier auteur est le seul à affirmer l'hermaphrodisme. On peut se demander s'il n'y a pas là simplement un cas de parthénogénèse comme pour *Pomatoceros* et *Dodecaceria.*

Enfin, les deux derniers cas à citer sont celui de l'*Ophyotrocha puerilis* CLP., EUNICIEN de très petite taille (9 $^{m}/^{m}$), souvent parasite, ayant conservé de nombreux caractères larvaires (KORSCHELT, **94**) et celui de la *Neril-*

la antennata Schmidt, encore une annélide de très petite taille (1 m/m) à caractères larvaires et présentant d'après S. Pereyaslawsewa (96), des modifications absolument extraordinaires chez une Polychète.

En résumé, si l'on écarte les cas douteux de *Pomatoceros triqueter, Pectinaria, Dodecaceria concharum* et de *Nereis diversicolor,* on voit que les Polychètes hermaphrodites sont ordinairement des formes profondément modifiées par la fixation ou le parasitisme ou présentant encore des caractères larvaires et généralement de très petite taille ou encore appartenant à des types primitifs comme les Hésioniens.

L'hermaphrodisme ne peut être considéré ni comme un perfectionnement, ni comme une complication. C'est plutôt un caractère de dégradation.

En dehors des Polychètes on remarque que les animaux hermaphrodites appartiennent le plus souvent à des types dégradés par le parasitisme comme les *Myzostomes*, les *Trématodes,* les *Cestodes* ou par la fixation comme les *Cirrhipèdes.*

Au point de vue de la systématique, ce caractère ne saurait avoir d'importance, car, si parfois, l'hermaphrodisme atteint un genre entier (*Salmacina*, *Spirorbis* (?) *Tyrrhena*), d'autre fois, il ne se rencontre que sur quelques espèces (*Pectinaria, Amphiglena, Nereis*) et même on voit par l'exemple de la *Nereis Dumerilii* et du *Dodecaceria concharum* qu'une même espèce peut être hermaphrodite ou dioïque suivant l'habitat. C'est ainsi que la *Nereis Dumerilii* est constamment hermaphrodite sur les côtes du Cotentin et à Villefranche, tandis qu'à Naples, jamais elle ne présente cette particularité. Si l'observation de Monticelli est exacte, le *Dodecaceria concharum* hermaphrodite à Porto-Torrès ne l'est jamais aux environs de Cherbourg.

Ceci, d'ailleurs, n'a rien d'étonnant, car on trouve des faits analogues chez les Lamellibranches.

« Dans un même genre (*Ostrea, Pecten*), on peut trou-
» ver des espèces hermaphrodites, d'autres unisexuées
» (*Ostrea virginiana, Ostrea* ou *Gryphœa angulata, Pec-*
» *ten varius*), parfois dans une même espèce, générale-
» ment dioïque, certains individus sont hermaphrodites
» (*Unionidæ*) ou inversement (*Pecten glaber*). » (E. Perrier. Traité de Zoologie, p. 2053)

L'hermaphrodisme n'étant même pas toujours un caractère spécifique constant n'a certainement pas la valeur d'un caractère générique chez les Polychètes.

Au point de vue de l'époque de la reproduction, on observe d'assez grandes différences entre les Arénicoles.

L'*A. ecaudata* se reproduit pendant une grande partie de l'année, car, aussi bien à la fin de mars qu'au commencement d'octobre, j'ai rencontré des individus bourrés de produits sexuels à maturité côte à côte avec d'autres n'en présentant pas trace. Entre ces deux extrêmes existaient tous les stades intermédiaires. En avril comme en septembre et octobre, j'ai trouvé des formes jeunes aux stades abranches et branchiomaldanien.

Il n'en est pas de même de l'*A. Grubii*, car, si elle est sexuellement mûre en septembre et octobre, époque à laquelle je l'ai vue pondre sous mes yeux, tous les individus que j'ai examinés en mars-avril étaient dépourvus de produits génitaux ou n'en avaient que des rudiments.

A Naples, cependant, d'après Lo Bianco (**93**), cette espèce est mûre en hiver. Peut-être, la maturité sexuelle se prolonge-t-elle de septembre à décembre ou janvier ?

L'époque de la reproduction de l'*A. marina* est assez discutée.

D'après Cunningham et Ramage (**88**) et Ehlers (**92**),

elle s'étendrait d'août à février. Gamble et Ashworth (**98**) distinguent deux variétés, l'une de rivage, mûre de juillet à août, l'autre de la zone des Laminaires, se reproduisant de janvier à mai.

Au mois d'août 1898, à Tatihou, j'ai trouvé en abondance de très petites *A. marina* (15 $^{m}/^{m}$) et beaucoup d'adultes contenaient encore des éléments reproducteurs tandis que d'autres me semblaient à moitié vidés. En mars-avril 1899, j'ai examiné un certain nombre d'individus de grande taille recueillis pêle-mêle avec l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata* à un niveau assez bas et je les ai tous trouvés sans trace de produits sexuels.

En Amérique, l'*A. cristata* pond en mars d'après Stimpson (**56**), tandis qu'à Naples l'*A. Claparedii,* suivant Lo Bianco (**93**) se reproduit de novembre à janvier.

XI. — Habitat.

L'*A. marina* habite une galerie creusée en U dans le sable. Gamble et Ashworth prétendent cependant que le tube de la variété des Laminaires est un simple puits vertical. Ceci me parait étonnant, car alors l'animal doit se retourner perpétuellement dans sa galerie pour amener son anus à l'extrémité supérieure et rejeter au dehors ses tortillons de sable, opération difficile à concevoir quant on sait combien étroitement le tube moule le corps de l'Arénicole. Sur les grands individus que l'on rencontre sur la plage de Réville, je n'ai jamais constaté pareil fait. J'ai trouvé leur galerie en U, mais comme elle est de grande dimension, il faut naturellement piocher profondément pour en trouver le coude.

L'*A. marina* vit dans le sable fin ou grossier, propre ou chargé de matières organiques. On la rencontre même par-

fois dans la vase noire et fétide qui remplit les creux de rochers en compagnie de l'*A. ecaudata* et de l'*A. Grubii*. Par contre, je n'ai jamais rencontré ces deux dernières dans le sable propre.

D'après Ehlers (**92**), l'*A. Claparedii* vit plutôt dans la vase. C'est une forme littorale, car, d'après Lo Bianco (**93**), elle ne dépasse pas une profondeur de 5 mètres. Le même auteur nous apprend qu'à Naples l'*A. cristata* a un habitat très localisé et vit dans le sable mêlé de substances en putréfaction, dans le port marchand et plus rarement dans le voisinage de la plage del Carmine, à une profondeur de 1 à 6 mètres. En Amérique, elle habite aussi le sable recouvert de vase.

L'*A. Vincenti* habite un tube muqueux profondément engagé dans les anfractuosités des *Lithothamnion*. C'est de toutes les Arénicoles la plus sédentaire, tandis que l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata* sont les plus vagabondes. Leurs galeries n'ont pas la forme régulière en U de celles de l'*A. marina,* elles se croisent et s'étendent en tous sens sans aucune fixité. J'ai vu souvent les *A. ecaudata,* que je conservais en aquarium, quitter le sable pendant la nuit pour se promener à sa surface ou nager dans l'eau entourées d'une épaisse couche de mucus, comme un manchon de cristal, analogue à celui du *Siphonostoma diplochaitos* ou de *Flabelligera affinis*.

L'animal est très sensible à la lumière, car, aussitôt que j'approchais la lampe de son vase, il s'enfonçait immédiatement dans le sable en glissant dans son manchon de mucus qui restait derrière lui flottant verticalement dans l'eau et engagé seulement par son extrémité dans l'ouverture de la galerie.

Souvent, j'ai vu l'*A. ecaudata* et aussi l'*A. Grubii* coller contre les parois de l'aquarium, à une certaine hauteur

au-desus du sable, leur tube muqueux transparent qui faisait parfois plusieurs fois le tour du vase. Elles se mouvaient alors incessamment dans ces galeries suspendues, d'existence éphémère, rapidement abandonnées pour de nouvelles. Ces tubes muqueux comparables pour l'aspect et la résistance à ceux de la *Nereis irrorata* s'élèvent parfois au-dessus de la surface de l'eau.

XII. — Distribution géographique.

L'*A. marina* est l'espèce la plus cosmopolite. Elle semble appartenir à tout l'hémisphère boréal au moins dans les régions froides et tempérées. On l'a rencontrée dans les mers septentrionales, sur les côtes de Norwège, du Spitzberg, de l'Islande et du Groënland, au nord de la Sibérie et à Vancouver, par conséquent aussi bien dans le Pacifique que dans l'Atlantique. Dans ce dernier Océan, elle existe sur les côtes d'Europe comme sur celles d'Amérique, (Baie de Fundy, Chelseabay, Long Island), mais elle ne semble pas descendre au sud de la zone tempérée (40°°).

Dans la Méditerranée, elle est remplacée par l'*A. Claparedii* qu'on n'a jamais encore signalée ailleurs, à ma connaissance.

Il n'en est pas de même de l'*A. cristata*, espèce également de la Méditerranée, que l'on retrouve dans l'Atlantique sur les côtes d'Amérique où elle se substitue à l'*A. marina* depuis le New-Jersey et la Caroline jusqu'aux Antilles, c'est-à-dire au sud du 40° parallèle. Si, comme c'est probable, l'*A. glacialis* lui est bien identique, il faudrait y ajouter les côtes de l'Alaska (Murdoch, **84**).

Dans l'hémisphère austral, l'*A. assimilis* a été rencontrée abondamment dans le détroit de Magellan et sur les côtes de la Terre de Feu. Dans le Pacifique, elle remonte

jusqu'en Californie. L'unique spécimen de l'*A. pusilla,* espèce très voisine, provient de Coquimbo au Chili.

L'*A. ecaudata* et l'*A. Grubii* ne sont encore connues qu'en Europe. La première a été recueillie sur les côtes de Norwège, de Suède, des Iles Britanniques, dans la Manche aux environs de Cherbourg, à Jersey et à Guernsey. La collection du Muséum de Paris en renferme 2 spécimens rapportés par DE QUATREFAGES de Kérity (Bretagne). Elle existe également au Croizic mais je ne pense pas qu'elle ait encore été signalée au sud de l'embouchure de la Loire. Elle est donc plus septentrionale que l'*A. Grubii* abondante dans la Méditerranée et la Mer Noire, que l'on a retrouvée aussi dans l'Océan sur les côtes du Portugal (HORST **89**) et à Saint-Jean-de-Luz (DE SAINT-JOSEPH **98**). Dans la Manche elle est très abondante à Cherbourg et aux environs où elle coexiste avec l'*A. ecaudata.* Je l'ai trouvée aussi à Tatihou, à Luc-sur-Mer et aux îles Chausey.

L'*A. Vincenti* n'a encore été rencontrée qu'à Madère par LANGERHANS (**81**) et dans la Hague (Manche) par MESNIL (**97-98**) et par moi.

Les espèces d'annélides communes à la faune des Canaries et à celle du Cotentin sont encore assez nombreuses du reste.

XIII. — Critique des genres Branchiomaldane et Arenicolides.

Cette rapide révision de l'anatomie des différentes Arénicoles va nous permettre maintenant de discuter leurs affinités et d'examiner la valeur des genres proposés.

Déjà s'impose la conclusion à l'homogénité de la famille. MESNIL (**98**) déclare le genre *Branchiomaldane* hors de conteste et il invoque à l'appui de son affirmation le déve-

loppement du prostomium, la simplicité des branchies, l'absence d'otocystes et l'hermaphrodisme du *Br. Vincenti,* seule espèce du genre.

Or le prostomium de cette espèce est exactement semblable à celui de l'*A. ecaudata*. Tout au plus est-il un peu plus allongé. Il porte aussi des yeux semblables et semblablement placés, des organes nucaux du même type et son système nerveux n'en diffère pas sensiblement.

Les branchies sont, il est vrai, plus simples, étant composées d'un à 4 filaments au plus. Mais si nous les comparons à celles de l'*A. ecaudata* jeune et de même taille, nous leur trouvons une grande ressemblance avec celles-ci, ainsi d'ailleurs qu'avec celles de l'*A. marina* jeune. La simplicité des branchies s'explique par la taille très réduite de l'espèce. D'ailleurs elles ont même structure histologique et sont vascularisées de la même façon. Il n'y a donc là aucun caractère de valeur générique. L'absence d'otocystes n'a pas plus d'importance, car, sans sortir de la famille et sans citer les genres encore assez nombreux de Polychètes dont certaines espèces en sont pourvues, tandis que d'autres en manquent complètement, nous voyons ces organes présents chez l'*A. marina* alors qu'ils font défaut chez l'*A. Claparedii,* forme tellement voisine que les deux espèces ont été confondues jusqu'à ces dernières années.

Quant à l'hermaphrodisme nous avons déjà vu qu'il a tout au plus la valeur d'un caractère spécifique, et encore ! mais certainement pas générique.

Il existe cependant une autre différence avec les autres espèces, et elle consiste en l'absence du lipochrôme jaune-verdâtre. Mais M. Mesnil lui-même ne songe pas à invoquer ce détail d'importance secondaire pour caractériser un genre.

Voilà pour les différences. Si maintenant nous exami-

nons les ressemblances, nous remarquons d'abord une grande similitude avec l'*A. ecaudata,* similitude encore plus accusée quand l'on considère les formes jeunes de cette dernière.

La forme du prostomium est la même, le nombre des segments abranches de la région thoracique est également variable et assez élevé, 15-16 chez l'*A. ecaudata,* 16 à 20 chez l'*A. Vincenti,* celui des segments branchifères de la région abdominale est variable aussi et se rapproche du nombre normal des segments homologues de l'*A. Grubii,* soit une trentaine environ. La présence d'un ou deux segments sétigères abranches précédant le *pygidium,* complète encore la ressemblance. Les soies, à peu près identiques, suivent la même évolution.

Voilà, pour l'extérieur, les analogies que l'anatomie vient encore confirmer. La cuticule et l'épiderme ont la même structure que chez les autres espèces, et si le lipochrôme jaune fait défaut, on retrouve par contre le pigment granuleux localisé de la même façon dans les cellules épithéliales.

Les diaphragmes antérieurs sont en même nombre et insérés sur les mêmes segments. Ils manquent également dans la région thoracique pour reparaître dans la région abdominale vers le 16e uncinigère, c'est-à-dire à un rang intermédiaire entre l'*A. Grubii* (au 15e) et l'*A. ecaudata* (au 18e). Si le premier diaphragme antérieur manque de sacs latéraux, il convient de remarquer que ces organes manquent également chez l'*A. Claparedii,* alors que sa voisine, l'*A. marina,* en possède de bien nets.

L'appareil digestif comporte exactement les mêmes divisions situées dans les mêmes régions : trompe globuleuse invaginable, cœcums œsophagiens si caractéristiques, estomac, intestin, tout cela est presque identique. Les différen-

ces de ce chef sont beaucoup plus considérables entre l'*A. marina* et l'*A. Claparedii* dont on n'a jamais songé à faire deux genres distincts.

La similitude se poursuit dans l'appareil circulatoire jusque dans cette mutation du dorso-pédieux qui semble spéciale aux *Arénicoliens* et à laquelle je ne connais rien de comparable, sauf chez quelques *Ampharétiens* et *Térébelliens*. Ce changement a lieu au 16e sétigère comme chez l'*A. ecaudata*.

Le système nerveux ne fournit, à coté d'une similitude très grande, qu'une légère différence consistant en l'absence de fibres géantes dans la chaîne ventrale, mais, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, elles manquent également aux stades jeunes de l'*A. ecaudata* et sont peu développées chez l'adulte.

Les néphridies, de même forme et en même nombre (3-5), sont situées dans les mêmes segments uncinigères (5e au 9e), que chez l'*A. Grubii* et l'*A. Claparedii*.

En résumé, il n'y a donc aucune raison de séparer cette espèce de l'*A. ecaudata* et de l'*A. Grubii* et le genre *Branchiomaldane*, inutile, doit disparaître.

Mais Mesnil (**98**) a proposé de créer pour ces deux espèces le genre *Arenicolides* qui se distinguerait par le grand nombre de sétigères et l'absence de région caudale achète du genre *Arenicola*, réservé aux espèces pourvues de cet appendice.

A l'argument apporté par l'auteur (p. 638) que les caractères distinctifs des trois genres : *Branchiomaldane, Arenicola* et *Arenicolides* « sont indiscutablement aussi » importants que ceux que les annélidologues les plus au- » torisés ont l'habitude d'employer pour séparer leurs » genres », on pourrait répondre que jusqu'ici aucun des annélidologues les plus distingués, même des plus prompts

à établir une espèce nouvelle sur la pointe d'une dent de soie, n'ayant jamais encore songé à séparer du genre *Arenicola* deux espèces aussi anciennement connues que l'*A. Grubii* et l'*A. ecaudata*, c'est que vraiment la nécessité ne s'en fait pas vivement sentir.

En effet, comme nous venons de le constater, le genre *Arenicola* est singulièrement homogène jusque dans des détails infimes.

Le caractère, tiré du nombre des segments branchifères et de l'absence de queue achète et abranche, est tout-à-fait superficiel. La queue de l'*A. marina*, par exemple, est absolument l'homologue des segments postérieurs des *A. ecaudata, Grubii* et *Vincenti* et il ne faut voir là qu'une simple modification adaptative.

Le nombre des segments qu'elle comporte est d'environ une trentaine sur un individu intact, si on y ajoute les 19 sétigères, on obtient un total de près de 50 segments correspondant assez bien avec les nombres fournis par les 3 espèces sans queue : 50 à 60, en moyenne, chez l'*A. ecaudata;* 40 à 50 pour l'*A. Vincenti* et 30 à 40 pour l'*A. Grubii.*

Les soies auxquelles certains auteurs attachent tant d'importance diffèrent extrêmement peu d'une espèce à l'autre et il y a moins de différences sous ce rapport entre l'*A. Grubii* et l'*A. marina* ou l'*A. Claparedii* qu'entre cette dernière et l'*A. cristata.*

Les variations des branchies sont également très faibles et plus en rapport avec l'âge et l'habitat qu'avec des différences spécifiques ; Ehlers (**92**), d'après ce caractère groupe ensemble l'*A. Grubii* et l'*A. marina,* c'est-à-dire une espèce à queue abranche et une à nombreuses branchies.

L'histologie de la cuticule et de l'épiderme avec son pigment caractéristique nous montre même uniformité.

Le nombre et la place de 3 premiers diaphragmes sont exactement les mêmes chez toutes les espèces, ce n'est cependant pas seulement un caractère de famille, car, j'ai montré que chez les Ampharétiens, par exemple, la place des diaphragmes antérieurs varie d'un genre à l'autre, quoiqu'on en ait dit.

L'absence de sacs diaphragmatiques pairs se rencontre aussi bien chez l'*A. Claparedii* que chez l'*A. Vincenti*, tandis que toutes les autres espèces en sont pourvues ; qu'elles aient ou non une queue.

L'absence de diaphragmes dans la région stomacale et leur réapparition dans la région postérieure, qu'elle soit ou non abranche, est également un fait général. Si cette réapparition n'a pas lieu exactement dans le même segment, l'écart est peu considérable (15^{e} à 19^{e}).

La seule différence que l'on rencontre dans l'appareil digestif, est fournie par l'*A. Claparedii* dont les cœcums œsophagiens sont filiformes et qui possède seule 3 paires de diverticules accessoires manquant à toutes les autres espèces.

L'appareil circulatoire, qui s'éloigne cependant notablement de celui des autres *Sédentaires* par ses deux cœurs latéraux sans communication avec le vaisseau dorsal, est identique partout et cette identité se continue jusque dans cette curieuse mutation du dorsopédieux. Ici, comme pour les diaphragmes, les différences ne portent que sur le numéro du segment où se produit cette mutation et elles sont également peu étendues (entre le 12^{e} et le 16^{e}). Sur ce point encore une espèce à queue : l'*A. cristata* se comporte exactement comme une sans queue (l'*A. Grubii*), la mutation ayant lieu au 12^{e} uncinigère chez toutes les deux.

Inutile de revenir sur les variations de développement

de l'encéphale, car EHLERS (**92**) a déjà longuement traité cette question pour un certain nombre d'espèces et on trouve une remarquable gradation entre le type le plus simple *(A. ecaudata)* et le plus compliqué *(A. Claparedii)*.

Les yeux existent avec la même structure et la même répartition chez toutes les espèces dont on a pu étudier les formes jeunes et cela aussi bien pour l'*A. marina* que pour l'*A. ecaudata* et l'*A. Vincenti*.

Dans les deux groupes on rencontre également des espèces à otocystes et d'autres qui en sont dépourvues. Il y a plus de différence sous ce rapport entre l'*A. Claparedii* et l'*A. cristata* qu'entre cette dernière et l'*A. Grubii*. L'absence d'otocystes rapprocherait au contraire l'*A. Claparedii* de l'*A. Vincenti* !

Les néphridies ont partout la même structure et les faibles différences qu'on peut constater portent sur des caractères histologiques peu accusés, quoique intéressants, et peut être plus en relation avec des modifications physiologiques passagères que spécifiques.

Si le nombre de ces organes est variable (3 à 13 paires), on trouve toujours la première dans le même segment, le 5^{e} uncinigère, sauf chez l'*A. marina* dont la première paire appartient au 4^{e} uncinigère. On trouve encore des espèces appartenant aux trois genres proposés ayant le même nombre de néphridies dans les mêmes segments. L'*A. Vincenti*, l'*A. Grubii* et l'*A. Claparedii*, par exemple, en ont 5 paires situées dans les uncinigères 5 à 9.

La reproduction ne fournit pas davantage des caractères différentiels sérieux, car, en ce cas, il faudrait séparer l'*A. ecaudata* de toutes les autres à cause de ses gonades spéciales. J'ai déjà discuté l'importance qu'il convient d'accorder à l'hermaphrodisme de l'*A. Vincenti*.

En résumé, on remarque que toutes les espèces présen-

tent un grand nombre de caractères communs, tandis que les différences qui les séparent, sont peu nombreuses et purement spécifiques.

Si on attribuait à ces différences une valeur générique, il faudrait alors créer un genre pour chaque espèce, les caractères anatomiques qui les séparent devant avoir logiquement au moins autant d'importance que les caractères externes.

Les différences qui séparent l'*A. marina* et l'*A. Claparedii* portant sur les octocystes, le lobe céphalique, le nombre et la répartition des néphridies et surtout sur le nombre et la forme des cœcums œsophagiens sont certes plus profondes que celles qui distinguent, par exemple, l'*A. Grubii* et l'*A. cristata*, c'est-à-dire la perte des soies et des branchies d'un certain nombre de segments abdominaux.

Placé entre l'alternative d'admettre un seul genre homogène ou d'en créer un distinct pour chaque espèce, il me semble que l'hésitation n'est pas possible. La première solution étant beaucoup plus conforme à ma notion du genre telle que je l'ai exposée ailleurs, c'est celle que j'adopterai.

Je propose donc la suppression des genres inutiles *Branchiomaldane* et *Arenicolides* pour revenir au genre unique *Arenicola* renfermant toutes les espèces connues d'Arénicoliens.

XIV. — Phylogénie des espèces.

Il reste maintenant à examiner comment les différentes espèces peuvent se grouper phylogénétiquement dans le genre *Arenicola*.

Ehlers (**92**) a déjà discuté assez longuement cette ques-

tion et après avoir paru considérer d'abord l'*A. Claparedii* comme le type le plus primitif, il émet des doutes à ce sujet et classe ainsi par ordre ascendant les Arénicoles dont il a étudié les otocystes et le lobe céphalique : 1° *A. Grubii*, 2° *A. antillensis* (= *A. cristata*), 3° *A. marina*, 4° *A. Claparedii*. Toutefois, il se demande si les appendices sensoriels du lobe céphalique sont une acquisition nouvelle ou un héritage d'ancêtres errants.

Par la considération des divers caractères anatomiques, j'arrive à peu près au même classement.

L'*A. ecaudata* avec ses segments branchifères en nombre relativement très élevé et assez variable, son lobe céphalique conique, ses nombreuses néphridies et ses otocystes bien développés, qui paraissent en relation avec sa vie assez vagabonde, me semble se rapprocher le plus du type idéal à segments nombreux et identiques. La division du travail est encore peu accentuée.

On voit celle-ci s'indiquer davantage chez l'*A. Grubii* par la réduction du nombre des segments branchiaux et le raccourcissement de la région thoracique ; le prostomium se tronque et commence à évoluer dans la direction de l'*A. cristata*. Les néphridies sont en nombre moins grand mais beaucoup plus constant. Cette disparition des 7 à 8 paires postérieures semble d'ailleurs liée à la diminution du nombre des segments abdominaux tombant d'une quarantaine à une trentaine.

L'*A. Vincenti*, malgré ses caractères presque larvaires, ne me paraît pas être une forme plus primitive que l'*A. ecaudata* qui lui ressemble tant au stade clyménidien, et dont elle a le lobe céphalique. Son absence d'otocystes et surtout son hermaphrodisme indiquent plutôt une forme dégradée par la fixation. Cette espèce, qui semble frappée d'un arrêt de développement est la plus sédentaire de

toutes les Arénicoles. Son développement condensé s'accomplissant dans l'œuf jusqu'à un stade avancé, (Mesnil, **98**, p. 636, fig. 1-5), confirme encore cette hypothèse. On peut la considérer comme fournissant un nouveau cas de *néoténie* chez les annélides.

Si la sécrétion du lipochrôme jaune des autres espèces est, comme cela paraît probable, en rapport avec leur mode de vie dans le sable et la vase, la disparition de ce pigment n'a rien d'étonnant chez un animal menant une vie très différente dans un tube membraneux.

L'*A. cristata* est une forme déjà beaucoup plus évoluée que l'*A. Grubii*, bien que son prostomium encore très simple la rattache à cette espèce, ainsi que la faible palmure de ses branchies. Les otocystes se simplifient en raison directe du perfectionnement du lobe céphalique et les nombreux otolithes des formes précédentes sont ici remplacés par un seul, volumineux.

L'habitat dans un tube en U, parcouru par un courant d'eau assurant une facile hématose, a entraîné une réduction du nombre des branchies qui se sont localisées sur le milieu du corps ; c'est-à-dire dans la région occupant la courbure du tube, lorsque l'animal s'y trouve dans sa position normale, courbure qui n'assèche jamais, car, lorsque la mer vient à découvrir la grève, l'eau s'amasse dans cette partie la plus basse de la galerie.

Chez l'*A. marina*, la réduction des branchies a été poussée un peu moins loin, puisqu'elle en possède encore 13 paires, alors que la précédente n'en a plus que 11, mais par compensation, si ses branchies sont un peu plus nombreuses, elles sont ordinairement moins développées et moins richement ramifiées,

Son lobe céphalique forme une véritable caroncule trilobée dont les appendices latéraux sont richement innervés,

mais à mesure que ces palpes sensitifs se développent, les otocystes se réduisent en vertu de la loi du balancement des organes. Ce ne sont plus que des poches du tégument communiquant avec l'extérieur par un canal et contenant, au lieu d'otolithes sécrétés, de fins grains de quartz irréguliers d'origine probablement externe.

Les néphridies sont au nombre de 6 paires dont la première, par une exception unique dans le genre, a son néphridiopore dans le 4e segment uncinigère et son pavillon vibratile s'ouvre en avant du 3e diaphragme. Elle est plus petite que les autres et sa structure est souvent rudimentaire. Cette néphridie n'existant chez aucune autre espèce, il me paraît difficile de la considérer, avec GAMBLE et ASHWORTH, (**98** p. 27), comme un organe en voie de régression.

Le contraire me semble plus vraisemblable.

J'ai observé déjà un fait analogue chez l'*Amphicteis Gunneri* (**97** p. 153 et 180). Tandis que chez les autres AMPHARÉTIENS le nombre des néphridies est constant pour chaque espèce, l'*Amphicteis* en a tantôt 4, tantôt 5 paires et dans ce dernier cas, le moins fréquent, ce n'est pas en arrière qu'apparaît cette nouvelle néphridie, comme cela a lieu pour l'*A. ecaudata* lorsqu'elle en possède 13 paires, mais au contraire antérieurement. En outre l'apparition de cette néphridie antérieure entraîne la formation d'un diaphragme supplémentaire manquant chez les autres AMPHARÉTIENS et chez l'*Amphicteis* lui-même lorsqu'il n'a que 4 paires de néphridies.

L'*A. Claparedii* se place au sommet de la série par le développement relativement grand des lobes du prostomium et celui de son encéphale qui est concomitant. Ce développement de palpes sensitifs est d'ailleurs compensé par une atrophie proportionnelle des otocystes, plus complète

que chez l'*A. marina*. Ceux-ci sont réduits à de simples cryptes du tégument, largement ouvertes, et dépourvues d'otolithes. Cette disparition d'organes d'équilibre est en relation avec la vie sédentaire dans une galerie orientée verticalement et confirme ce qui a été dit à ce sujet de l'*A. Vincenti*.

L'appareil digestif atteint chez cette espèce le maximum de complication.

L'anatomie de l'*A. assimilis* et de l'*A. pusilla* étant malheureusement inconnue, il est difficile de leur assigner une place exacte dans la série, mais à en juger par le développement des lobes latéraux de leur lobe céphalique, leurs affinités semblent être avec l'*A. marina* et avec l'*A. Claparedii* et peuvent être plus étroites avec cette dernière qu'avec la première.

XV. — Affinités avec les MALDANIENS et les autres Polychètes sédentaires.

On peut aisément se rendre compte, d'après l'étude qui vient d'en être faite, que la famille des Arénicoliens est extrêmement naturelle et que son genre unique est lui-même d'une homogénéité remarquable s'étendant, non-seulement aux caractères externes, mais davantage encore à l'anatomie interne.

Récemment Mesnil (**97** p. 98) a proposé de réunir les Arénicoliens et les Maldaniens en une famille unique, celle des Arénicolo-Maldaniens.

Indépendamment de ce que cette dénomination a de contraire à toutes les règles de la nomenclature zoologique, ce rapprochement ne semble nullement justifié.

La famille des Maldaniens (ou Clyméniens) au sens que lui donnent Grube, Malmgren, de Saint-Joseph et

ORLANDI, est aussi une famille très naturelle depuis qu'elle a été débarrassée d'un certain nombre de formes hétéroclites que DE QUATREFAGES (**65**) y avait introduites et qui appartiennent à des familles différentes, telles que : l'*Owenia* (AMMOCHARIEN), les *Arenia* et *Ancistria* (CAPITELLIENS), etc.

Le nombre des segments, très longs et très spécialisés, est peu considérable et peu variable, il n'existe jamais de branchies, les segments antérieurs portent des anneaux colorés dus à des bandes de pigment aux brillantes couleurs ; le pygidium est toujours fortement modifié et différencié, qu'il soit patelliforme, foliacé ou creusé en entonnoir semi-cartilagineux bordé d'une couronne de cirrhes. Ces annélides sont beaucoup plus nettement sédentaires que les Arénicoles. Elles habitent, non une simple galerie, mais un véritable tube construit souvent avec une grande solidité et dont les extrémités sont obturées par le prostomium et le pygidium modifiés plus ou moins en opercule.

On ne retrouve chez les ARÉNICOLIENS ni pareille fixité du nombre des segments, ni l'absence de branchies, ni la profonde modification du pygidium, et les quelques ressemblances qu'ils présentent sont superficielles.

RACOVITZA (**96**) attribue un grand poids à ce fait que chez les ARÉNICOLIENS comme chez les MALDANIENS il existe des séries avec palpode *(Leiocephalus—Arenicola marina)* et sans palpode *(Petaloproctus — A. Grubii)* mais on rencontre des formes avec palpode semblable à celui des MALDANIENS dans des familles très différentes telles que CIRRATULIENS, OPHÉLIENS, CAPITELLIENS, AMPHARÉTIENS, etc.

En outre la comparaison n'est pas exacte et l'exemple cité est mal choisi. L'*A. marina* et à fortiori l'*A. Claparedii* ont en réalité deux palpes rudimentaires et non un palpode impair comme celui des *Leiocephalus*. Sous ce rapport

c'est le lobe céphalique de l'*A. ecaudata* et de l'*A. Vincenti* qui s'en rapprocherait davantage, mais il ressemble tout autant à celui de *Lumbriconereis* (Eunicien) d'*Ophelia,* de *Notomastus* (Capitellien), etc.

Si, par l'absence de palpode, l'*A. Grubii* se rapproche, d'ailleurs bien vaguement, du *Petalaproctus* elle s'en éloigne par tout le reste de son organisation.

Rien chez les Arénicoliens ne rappelle la plaque céphalique des Clymènes, tandis que le prostomium trilobé de l'*A. marina* et de l'*A. Claparedii* est sans analogue chez les Maldaniens.

L'anatomie comparée des Maldaniens est malheureusement peu connue et en dehors de quelques détails épars dans de Quatrefages (**65**), Claparède (**68**), Cosmovici (**79**) et Racovitza (**96**), il n'existe de travail important que celui d'Orlandi (**98**) sur les Maldaniens du golfe de Naples. Malheureusement la partie anatomique et histologique porte presque uniquement sur une seule espèce : *Clymene palermitana* Gr.

On ne sait presque rien sur l'anatomie des autres genres de cette famille ; il serait cependant nécessaire de la connaître pour pouvoir en discuter sérieusement les affinités.

Mes recherches personnelles dans cette direction ne sont encore qu'ébauchées, mais jusqu'ici je puis dire qu'elles ne m'ont encore montré aucun passage graduel entre les Maldaniens et les Arénicoliens.

Le tube digestif, si particulier, des Arénicoliens avec ses cœcums œsophagiens et son vaste estomac à parois gaufrées, ressemble bien peu au long œsophage des Maldaniens passant insensiblement à un intestin moniliforme.

L'appareil circulatoire de ces derniers comprend un vaisseau dorsal, un vaisseau ventral, 2 vaisseaux nerviens et des vaisseaux longitudinaux latéraux, mais rien d'analogue

aux deux cœurs latéraux des Arénicoles ni surtout à cette distribution toute spéciale des dorso-pédieux en relation tantôt avec les sous-intestinaux, tantôt avec le vaisseau dorsal.

On n'a encore jamais à ma connaissance signalé d'otocystes chez les MADANIENS tandis qu'ils manquent rarement chez les ARÉNICOLIENS. Leurs organes nucaux s'ouvrent à l'extérieur par deux longues fentes longitudinales parallèles, tandis que chez les ARÉNICOLIENS l'ouverture est unique et transversale.

Seules les soies de quelques espèces présentent une certaine analogie, mais elle est souvent beaucoup moins accentuée qu'entre les ARÉNICOLIENS et les CAPITELLIENS.

Les ressemblances externes de ces deux dernières familles sont d'ailleurs beaucoup plus remarquables, surtout lorsque l'on considère les CAPITELLIENS pourvus de branchies tels que les *Dasybranchus*. Néanmoins, il suffit de consulter le magistral ouvrage D'EISIG (**87**) sur les CAPITELLIENS pour se convaincre des très nombreuses différences importantes qui les séparent des ARÉNICOLIENS, ce qui est une nouvelle preuve du peu d'importance que l'on doit accorder à des ressemblances extérieures souvent dues à des phénomènes de convergence résultant de l'adaptation à des conditions de milieu identiques.

Seuls, les *Clymenides* pouvaient suggérer l'idée d'un rapprochement entre les MALDANIENS et les ARÉNICOLIENS. Ces *Clymenides* qui ne sont autre chose que des formes jeunes, encore abranches, des Arénicoles avaient été rangés parmi les MALDANIENS, faute de savoir où les mettre. CLAPARÈDE (**63**) avait hésité entre les OLIGOCHÈTES et les MALDANIENS; DE QUATREFAGES (**65**) considérait le *Clymenides sulfureus* comme un MALDANIEN dégradé et le mettait dans cette famille pêle-mêle avec de véritables CAPITELLIENS.

Si au lieu de s'arrêter aux caractères extérieurs, on avait examiné leur anatomie, on n'aurait sans doute jamais songé à les rapprocher des Clymènes.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que les Arénicoliens s'éloignent peut-être moins des Maldaniens que des autres Polychètes. On ne connaît pas actuellement de terme de passage entre les deux et je suis plutôt porté à les considérer, avec Racovitza (**96**), comme deux séries voisines ayant évolué *parallèlement ;* les Maldaniens représentant d'ailleurs un type plus évolué et plus spécialisé que les Arénicoliens.

En tout cas, je ne vois aucune raison de les réunir en une famille unique, vu les nombreuses différences qui les séparent et entre lesquelles il n'y a pas d'intermédiaires.

Si l'on voulait réunir dans une même famille toutes les Polychètes qui présentent quelques ressemblances ou de vagues affinités il faudrait revenir aux familles de Linné, aux *Amphitrites,* par exemple, de Lamarck et Cuvier qui comprenaient à la fois des Amphicténiens, des Ampharétiens, des Térébelliens, des Hermelliens et des Sabelliens ou encore aux *Nèréides* de Pallas.

Le rapprochement que Levinsen (**83** p. 23) a voulu établir entre les Arénicoliens et les Amphinomiens est tout à fait fantaisiste. Racovitza (**96** p. 83) après avoir démontré que le lobe céphalique des Amphinomiens est un lobe céphalique de Rapace (Errante) typique conclut : « Quant au rapprochement avec les Arénicoles, rien ne le justifie. »

Tout ce que l'on connaît par ailleurs de l'anatomie des Amphinomiens vient confirmer cette conclusion.

Les analogies avec les Scalibregmidés semblent aussi bien superficielles.

On classe généralement les Arénicoliens entre les Maldaniens et les Capitelliens. Ils s'en écartent en effet moins

que des autres POLYCHÈTES mais rien n'autorise à les fusionner avec eux.

CONCLUSION.

Les genres *Branchiomaldane* et *Arenicolides* n'ayant aucune raison d'être doivent disparaître.

Tous les ARÉNICOLIENS connus rentrent dans le genre *Arenicola* remarquable par son homogénéité.

Les ARÉNICOLIENS et les MALDANIENS forment deux familles bien distinctes ne présentant pas de transition entre elles.

L'*A. ecaudata* est le type le plus primitif, l'*A. Claparedii* un des plus évolués. L'*A. Vincenti* est, non une forme primitive, mais une forme dégradée.

ORLANDI (**99**), dans une note toute récente qui m'est parvenue depuis l'impression de ce chapitre, examine de nouveau la parenté des MALDANIENS avec les ARÉNICOLIENS. Étant donné que les formes *Clymenides* et *Branchiomaldane* ne sont que des stades post-larvaires des Arénicoles, l'unique obstacle qui pouvait rendre moins précise la démarcation entre les deux familles a disparu, dit-il. Il conclut comme moi au maintien des deux familles distinctes, ainsi caractérisées :

MALDANIENS : corps à segments longs et peu nombreux, jamais pourvus de branchies.

ARÉNICOLIENS : corps à segments courts et nombreux, en partie pourvus de branchies.

Il insiste en outre brièvement sur les différences anatomiques relatives à l'appareil digestif et au système circulatoire.

Au mois d'août dernier, au Laboratoire Maritime de Tatihou, j'ai pu observer de nouveau les formes jeunes de l'*A. marina* et toutes ses transformations successives depuis le stade abranche *(Cly. sulfureus)*. J'ai retrouvé ce dernier dans le sable, puis une forme un peu plus avancée dont les branchies étaient réduites à de petits mamelons encore dépourvus d'anse vasculaire, puis le stade décrit par BENHAM, un autre plus avancé à branchies encore simples, d'autres enfin présentant tous les degrés de ramification des branchies. En même temps, j'ai pu observer de nouveau les variations concomitantes du lobe céphalique.

Comme pour l'*A. ecaudata* le changement d'habitat et de régime alimentaire coïncide avec le développement des branchies, mais il est un peu plus précoce chez l'*A. marina*.

La transformation du *Cly. sulfureus* en *A. marina* est donc maintenant aussi incontestable que celle du *Cly. ecaudatus* en *A. ecaudata*.

DEUXIÈME PARTIE

SYSTÉMATIQUE.

Famille des ARÉNICOLIENS Aud. Edw.

Arénicoliens. Audouin et Edwards (**35**) *Littoral de la France,* p. 282.
Télèthuses. Savigny (**26**) *Syst. annel.,* p. 70 et 95.

Corps vermiforme, cylindrique, à segments divisés en anneaux secondaires par des plis du tégument, comprenant deux régions distinctes : 1° antérieure ou thoracique à segments sétigères et uncinigères abranches, 2° région abdominale à segments plus ou moins nombreux sétigères et *branchifères*, souvent suivie d'une partie caudale dépourvue de soies et de branchies ; lobe céphalique petit, dépourvu d'antennes, de cirrhes et de tentacules ; trompe globuleuse, invaginable, dépourvue de machoires ; branchies plus ou moins ramifiées, dorsales, insérées à la base des rames dorsales de la région abdominale ; pieds biramés ; rame dorsale en forme de mamelon conique à soies capillaires, rame ventrale formée de bourrelets ou tores demi-circulaires portant des *uncini* en forme de crochet. Creusent des galeries dans le sable ou dans la vase ; parfois un tube muqueux.

Genre unique :

ARENICOLA. Lmck.

Arenicola Lamarck. — *Animaux sans vertèbres,* t. V, p. 336.
Clymenides Claparède (**63**). — *Beobach. üb. Anat.,* p. 30.
Branchiomaldane Langerhans (**81**). — *Canarische Anneliden,* p. 116.
Arenicolides Mesnil (**98**). — *Genres Cly. et Br.,* p. 638.

Lobe céphalique conique avec palpode impair ou pourvu de 2 palpes rudimentaires ; pigment granuleux noirâtre dans l'épiderme ; diaphragmes antérieurs dans les segments : postbuccal, II[e] et III[e] uncinigère ; une paire de cœcums œsophagiens ; 2 cœurs latéraux, formés chacun d'une oreillette et d'un ventricule, situés de part et d'autre de l'œsophage en arrière des cœcums ; dorsopédieux naissant antérieurement de la face inférieure du sinus stomacal, postérieurement du vaisseau dorsal ; souvent des otocystes. Les caractères extérieurs sont ceux de la famille.

1 { *Pas de région caudale achète et abranche.* 2.
{ *Une région caudale achète et abranche...* 4.

2 { *Branchies réduites à 1-4 filaments simples; taille très petite (8 à 20 m/m) — 17 à 21 sétigères abranches* ..... *A. Vincenti.*
{ *Branchies ramifiées. Taille 10 à 25 cent..* 3.

3 { *11-12 uncinigères abranches*..... *A. Grubii.*
{ *15-16 uncinigères abranches*..... *A. ecaudata.*

4 { *7-8 uncinigères abranches ; 12-13 paires de branchies*..... 5.
{ *6 uncinigères abranches* ..... 6.

5 { *12-13 paires de branchies ; prostomium trilobé*..... *A. assimilis.*
{ *Lobes latéraux du prostomium foliacés...* *A. pusilla.*

6 { *11 paires de branchies ; prostomium unilobé*..... *A. cristata.*
{ *13 paires de branchies ; prostomium trilobé* 7.

7 { *Prostomium à 3 lobes subégaux ; première paire de branchies très petite*..... *A. marina.*
{ *Prostomium à lobes latéraux plus développés ; première paire de branchies assez grande*..... *A. Claparedii.*

Arenicola ecaudata Johnston.

Arenicola ecaudata Johns. Johnston (**35**). *Londons Magazine*, p. 566, fig. 54.
— — Johnston (**65**). *Catal. of Brit. Worms*, p. 232, fig. 66.
— — de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, t. II, p. 265-266.
— — Malmgren (**67**). *Annulata Polychaeta*, p. 189.
— — Malm (**74**). *Annulata Goteborg*, p. 189.
— — Storm (**80**). *Throndhjems Fjordens Fauna*, p. 95.
— — Levinsen (**83**). *Syst. Geog. Oversg.*, p. 137-138.
— — Gibson (**86**). *Fauna Liverpool Bay*, p. 156.
— — Kœhler (**86**). *Faune des Iles Anglo-Normandes*.
— — Bidenkap (**94**). *Norges Annulata Polychaeta*, p. 112.
— — de Saint-Joseph (**98**). *An. Poly. Manche et Océan*, p. 394.
— — Gamble and Ashworth (**98**) *Hab. and Str. of A. marina*, p. 33.
— — P. Fauvel (**99**[a]). *Obs. sur l'A. ecaudata*, p. 1-32, pl. XI.

Arenicola Boecki Rath. Rathke (**40**). *Fauna Norwegens*, p. 181, pl. VIII, fig. 19-22.
— — Sars (**53**). *Nyt. Mag. f. Natur.*, p. 381.
— — Grube (**51**). *Familien der Anneliden*, p. 136.

Lumbricus marinus another species Dalyell (**53**). *Powers of the Creator*, p. 137, pl. XIX, fig. 47.

? Arenicola branchialis Johnst. (Nec Aud. Edw.) Johnston (**65**). *Catalogue*, p. 231.

FORME JEUNE ABRANCHE.

CLYMENIDES ECAUDATUS MES. Mesnil (**97**). *Maldaniens et Arénicoliens*, p. 152, pl. VI, fig. 12-14.

— — Mesnil (**98**). *Genres Cly. et Br.*, p. 630-638.

— — P. Fauvel (**98**). *Stades post. larv. des Arénicoles.*

— — P. Fauvel (**99**[b]). *Stades Cly. et Br. des Arénicoles.*

Corps cylindrique atténué antérieurement — taille moyenne 15 cent. (jusqu'à 25 cent.) — 40 à 60 sétigères.

Couleur variant du jaune rougeâtre au brun rouge ou même au noir foncé à reflets métalliques.

Prostomium conique — Région antérieure à 15-16 segments uncinigères abranches, pas de champ métastomial distinct, tores uncinigères saillants. — Région abdominale à 30 à 40 segments en moyenne (jusqu'à 45) tous sétigères et branchifères, suivis parfois de 1 à 7 sétigères abranches. — Branchies ramifiées en dichotomie dans un plan, à court pédoncule et dépourvues de palmure. — Soies de la rame dorsale légèrement limbées, à pointe finement épineuse, implantées sur deux rangs dans un parapode en forme de mamelon aplati — *Uncini* à *manubrium* renflé au milieu, à rostre recourbé avec 2 dents au *vertex*.

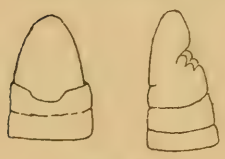


Fig. 2.
A. ecaudata. — Prostomium, face dorsale et profil.

Otocystes clos à nombreux otolithes sphériques réfringents, de taille variable, à contenu granuleux. — Trompe à papilles molles, arrondies.

Diaphragme antérieur muni de 2 sacs allongés ; diaphragmes abdominaux à partir du 18[e] uncinigère. — Mutation du dorso-pédieux au 16[e]. — Néphridies : 12 à 13

paires avec néphridiopores dans les uncinigères V à XVII. — Gonades très développées sur les néphridies, sauf sur la première paire ; chez le ♂ en forme de sac volumineux, chez la ♀ en houppe de follicules. — Epoque de reproduction : mars à octobre.

Habitat : Galeries sinueuses dans la vase noirâtre remplissant les creux de rochers à un niveau assez bas.

Distribution géographique : Suède, Norwège, Iles Britanniques, Jersey, Guernsey, Cherbourg, la Hague, Finistère, le Croizic.

Nota. — L'exemplaire mentionné par de Quatrefages, (**65**, p. 266), comme provenant de Saint-Vaast-la-Hougue, et déposé par lui dans la collection du Muséum, est une *A. Grubii*, ainsi que j'ai pu le constater.

Arenicola Vincenti Lgh.

Branchiomaldane Vincenti Lgh. Langerhans (**81**). *Canarische Anneliden*, p, 116, pl. V, fig. 21.
— — Mesnil (**97**). *Maldaniens et Arenicoliens*, p. 156, fig. 4.
— — Mesnil (**98**). *Genres Cly. et Br.*, p. 635-637, fig. 1-5.
Arenicola Vincenti Lgh. P. Fauvel (**98**). *Stades Post. Larvaires des Arénicoles.*
— — P. Fauvel (**99b**). *Stades Cly. et Br. des Arénicoles.*

FORME JEUNE ABRANCHE.

Clymenides incertus Mes. Mesnil (**97**). *Maldaniens et Arénicoliens*, p. 154, pl. VI, fig. 15-16.
— — Mesnil (**98**). *Genres Cly. et Br.*, p. 637.

Corps allongé, cylindrique — Taille 8m/m à 20m/m sur 0m/m5 à 1 m/m ; de 30 à 50 sétigères — Couleur : rose pâle.

Prostomium conique — Région antérieure à 17-20 un-

cinigères abranches — pas de champ métastomial distinct.

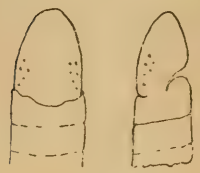


Fig. 3.
A. Vincenti. — Prostomium, face dorsale et profil.

Région abominale à 10 à 28 segments sétigères, uncinigères, branchifères suivis parfois de 1-2 sétigères abranches — Pygidium lobé — Branchies réduites à 1 à 4 filaments simples, annelés, partant d'une base commune. — Soies dorsales les unes capillaires, limbées, à pointe épineuse, les autres petites, aciculaires à double courbure (ressemblent fort à celles de l'*A. ecaudata* jeune) — *Uncini* recourbés à *manubrium* renflé portant 2 ou 3 dents au *vertex*.

Pas d'otocystes. — Trompe globuleuse invaginable. — *Diaphragme antérieur dépourvu de sacs diaphragmatiques.* — Diaphragmes abdominaux à partir du 16e uncinigère. — Mutation du dorsopédieux au 16e. — Néphridies : 3-5 paires avec néphridiopores dans les segments uncinigères V à IX. — *Hermaphrodite.* — Epoque de reproduction : septembre.

Habitat — A la face inférieure des plaques de *Lithothamnion* dans un tube muqueux, ou parmi les algues dans un tube recouvert de sable.

Distribution géographique : Madère, la Hague (Manche).

Arenicola Grubii Clp.

Arenicola Grubii Clp. Claparède (**68**). *Annélides Ch. de Naples*, p. 296, pl. XIX, fig. 2.
— — Horst (**80**). *Annel. van onze Kust.*
— — Horst (**89**). *On Arenicola specimens*, p. 43, pl. III, fig. 12-15.
— — Jourdan (**92**). *Epith. sens. des vers annelés*, p. 245, pl. VI, fig. 10-12.
— — Ehlers (**92**). *Gehörorgane der Arenicolen*, p. 249, pl. XIII et XIV, fig. 33-48.

Arenicola Grubii Clp. Lo Bianco (**93**). *Anellidi tubicoli di Napoli*, p. 10, pl. II, fig. 2.
— — Gamble et Ashworth (**98**). *Hab. and Str. of A. marina*, p. 33.
Arenicola branchialis Audouin et Milne Edwards (**34**). *Littoral de la France*, t. II, p. 287, pl. VIII, fig. 13.
— de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, t. II, p. 265.
— de Saint-Joseph (**98**). *Annélides, Manche et Océan*, p. 391, pl. XXII, fig. 201-202.
— Mesnil (**98**). *Les genres Cly, et Br.*, p. 630.
Arenicola *spec.* Grube (**38**). *Anat. u. Phys. d. Kiem. Wurmer*, p. 3.
Arenicola cyanea Czier. Cziernavsky (**81**). *Mat. ad Zoog. Ponticam*, p. 352, pl. IV, fig. 4.
Arenicola dioscurica Czier. Cziernavsky (**81**). *Mat. ad Zoog. Ponticam*, p: 355.
Arenicola Bobretzkii Czier. Cziernavsky (**81**). *Mat. ad Zoog. Ponticam*, p. 355.

Corps cylindrique atténué antérieurement. — Taille adulte 15 à 20 cent. sur 5 à $8^{m}/^{m}$. — 30 à 45 sétigères. Couleur ordinairement d'un vert très foncé ou noire à reflets métalliques, parfois cependant brun rougeâtre ou jaunâtre foncé.

Prostomium tronqué en avant, reduit à une bandelette transversale. Région antérieure à 11-12 segments uncinigères abranches — pas de champ métastomial distinct — tores uncinigères plus saillants que chez l'*A. ecaudata*. — Région abdominale à 20 à 30 segments, en moyenne, tous sétigères et branchifères, suivis parfois de 1 à 3 sétigères abranches. Branchies ramifiées dans un plan, à court pédoncule, sans membrane palmée. — Soies de la rame dor-

Fig. 4.

A. Grubii. — Prostomium, face dorsale et profil.

sale capillaires, fines, légèrement limbées, peu épineuses. — *Uncini* à *manubrium*, renflé au milieu, à rostre recourbé avec 1-2 dents au *vertex*, souvent usées et peu distinctes chez les vieux individus. — Otocystes clos à nombreux otolithes sphériques, homogènes, réfringents, de tailles différentes, inattaquables par les acides. — Trompe à papilles molles arrondies. — Diaphragme antérieur à 2 sacs allongés ; diaphragmes abdominaux à partir du 15e uncinigère. — Mutation du dorso-pédieux au 12e. — Néphridies : 5 paires avec néphridiopores dans les uncinigères V à IX. — Gonades peu développées. — Epoque de reproduction : septembre, octobre dans la Manche, en hiver à Naples.

Habitat. — Galeries sinueuses dans le sable vaseux parmi les cailloux et dans les creux de rochers jusqu'à un niveau découvrant à toutes les marées.

Distribution géographique : Manche, Atlantique, Méditerranée, Mer Noire.

Nota. — Très souvent tronquée et ne présentant plus alors qu'un nombre restreint de segments branchifères.

Cette annélide est presque certainement la même que celle décrite par Audouin et Milne Edwards sous le nom d'*A. branchialis*. Ce nom étant le plus ancien aurait la priorité, mais, attendu que la description de l'*A. branchialis* est insuffisante et *inexacte*, qu'on ne peut par conséquent l'identifier avec une certitude absolue, tandis qu'au contraire les nombreuses descriptions qui en ont été données sous le nom d'*A. Grubii* en permettent une détermination rigoureuse, il y a lieu, à mon avis, d'adopter ce dernier nom correspondant à une espèce parfaitement caractérisée.

Il suffit d'examiner les diagnoses des trois espèces décrites par Czernavsky pour se convaincre de leur identité avec l'*A. Grubii*. Elles ne différaient d'ailleurs les unes des autres que par le nombre des branchies (13 à 20).

Arenicola cristata Stimps.

Arenicola cristata Stimpson (**56**). *Rem. Invert. of South Carolina*, p. 114.
— de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, t. II, p. 673.
— Webster (**79**). *An. Chœt. of New Jersey*, p. 146.
— Wilson (**80**) (**82**). *Develop. stages of Pol. An.*
— Horst (**89**). *On Arenicola specimens*, p. 37-45.
— Ives (**90**). *On Arenicola cristata*, p. 73-76.
— Andrews (**91**). *Polychaeta of Beaufort*, p. 289.
— Lo Bianco (**93**). *Anellidi tubicoli di Napoli*, p. 11, pl. I, fig. 1, pl. II, fig. 1, pl. III, fig. 5-6.
Arenicola cristata Stimps. Haecker Val. (**96**). *Pelagische Poly. Larven*, p. 97, fig. c.
Arenicola (Pteroscolex) antillensis Lütken (**64**). *En A. antillensis*, p. 120-122.
Arenicola antillensis Lütk. Levinsen (**83**). *Syst. Geogr. Ofv.*, p. 137-138.
— — Ehlers (**87**). *Florida Anneliden*, p. 173.
— — Ehlers (**92**). *Gehörorgane der Arenicolen*, p. 255, pl. XIII, fig. 30-32.
Arenicola glacialis Murd. Murdoch (**84**). *Descrip. of new spec. from Alaska*, p. 522.

Corps cylindrique atteignant jusqu'à 35 cent. sur 2 cent. 17 sétigères. Couleur : d'un vert foncé à irrisations jaunes et bleues, branchies cramoisies ou rouge marron.

Prostomium en forme de bourrelet transversal arqué et saillant. Région antérieure à 6 sétigères abranches divisés en 4-5 anneaux secondaires dont le 1er saillant — champ métastomial peu distinct. — Région abdominale à 11 segments sétigères, branchifères, suivie d'une portion caudale achète et abranche, atténuée graduellement, parfois aussi longue que le reste du corps et comprenant une

trentaine de segments divisés en anneaux secondaires par des crêtes papilleuses. — Branchies en éventail formées de 11 à 18 troncs, réunis à leur base par une petite membrane palmée, bipennés, à ramifications secondaires alternes. La première paire est plus petite que les suivantes. — Soies de la rame dorsale capillaires, grandes, foncées, très épineuses, à limbe dissocié en fibrilles. — *Uncini* très foncés, grands, presque droits, renflés en massue, à rostre émoussé. — Otocystes clos renfermant un seul gros otolithe sphérique. — Trompe globuleuse ; chez les grands spécimens les papilles de la base sont grandes, pointues, chitineuses, celles du sommet sont petites, molles, arrondies, très nombreuses. — Diaphragme antérieur muni de 2 longs sacs ; diaphragmes postérieurs à partir du 17e sétigère. — Mutation du dorso-pédieux au 12e. — Néphridies : 6 paires avec néphridiopores dans les sétigères V à X. — Epoque de reproduction : en mars.

Fig. 5.
A. cristata. — Prostomium, face dorsale.

Habitat. — Galerie en U dans le sable vaseux.

Distribution géographique : Atlantique, Côtes des Etats-Unis, Floride, Alaska, Point Barrow, Mer des Antilles, Méditerranée.

Horst (**89**) est, je crois, le premier qui ait reconnu l'identité de l'*A. cristata* Stimps. et de l'*A. antillensis* Luetk. Peu après Ives (**90**) a réuni également ces deux espèces. Mes propres observations viennent à l'appui de ce rapprochement car sur l'*A. cristata* de Naples j'ai pu constater l'identité complète du lobe céphalique, de l'encéphale et des otocystes à gros otolithe unique, si caractéristique, avec les figures et la description qu'Ehlers (**92**) a données de ces organes chez l'*A. antillensis*.

Les papilles de la région caudale sont de simples excroissances épithéliales semblables à celles que l'on rencontre sur la même région de l'*A. marina;* elles sont seulement plus allongées, surtout à la face ventrale. L'assimilation de ces papilles à des branchies rudimentaires a déjà été réfutée par Ehlers et elle n'est pas soutenable. Je ne peux davantage y voir l'homologue de cirres, car on en trouve une couronne complète sur chaque anneau secondaire.

L'*A. glacialis* découverte par Murdoch (**84**) sur les côtes de l'Alaska a également 6 uncinigères abranches suivis de 11 segments branchifères. Cette espèce semble devoir être réunie à l'*A. cristata* dont elle ne diffère par aucun caractère important, autant du moins qu'il est possible d'en juger par la courte description dépourvue de figures de l'auteur.

Arenicola marina L. [1]

Arenicola marina L. Wiren (**87**). *Beitrage zur Anat. und Hist. d. Anneliden.*
— — Cunningham (**88**). *Some points in the Anat. of. Polychaeta,* p. 241, pl. XVII, fig. 1-2,
— — Ehlers (**92**). *Gehororgane der Arenicolen,* p. 217, pl. XI-XIV.
— — Ehlers (**92**[a]) *Zur Kenntniss von A. marina,* p. 413.
— — Benham (**93**). *Port larval stages of A. marina,* p. 48-53, 1 pl.
— — de Saint-Joseph (**94**). *Annélides de Dinard,* p. 121, pl. VI, fig. 158-159.
— — Kyle (**96**). *Nephridia reprod. org. of Arenicola,* p. 295-301, pl. XIII-XV.
— — Gamble and Ashworth (**98**). *Hab. and structure of A. marina,* p. 142, pl. I-V.

[1] Je ne cite ici que les principaux travaux anatomiques et ceux qui concernent les synonymes ; pour les autres, consulter Savigny (**26**), p. 96, Johnston (**65**), p. 229, et de Saint-Joseph (**94**), p. 121.

ARENICOLA PISCATORUM LAM. Grube (**38**). *Anat. und Phys.*, p. 1, pl. I, fig. 1-12.

— — Milne Edwards (**38**). *Circulation chez les Annélides*, p. 212-217, pl. XIII, fig. 1.

— — Stanius (**40**). *Anat. u. Phys. d. A. piscatorum*, p. 350-380.

— — de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, T. II, p. 262, pl. X, fig. 18.

— — Cosmovici (**80**). *Organes segm. des Annélides*, p. 241, pl. XIX-XXI.

— — Viallanes (**85**). *Endothelium du Lombric et de l'A.*, p. 4-10, pl. 1, fig. 1-4.

— — Vogt et Yung (**88**). *Traité d'Anat. comp.*, p. 481-501, fig. 242-254.

ARENICOLA TINCTORIA LEACH } Leach *Suppl. Encyclop. Brit.*, vol.
ARENICOLA CARBONARIA LEACH } I, p. 452, pl. XXVI.

ARENICOLA PAPILLOSA O. FABR. de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, p. 266.

ARENICOLA NATALIS GIR. Girard (**54**). *On A. natalis*, p. 88.

FORME JEUNE ABRANCHE.

CLYMENIDES SULPHUREA CLP. Claparède (**63**). *Beob. uber Anat. u. Entw. Wirb. Thiere*, p. 30, pl. XV, fig. 24-27.

CLYMENIDES SULFUREUS CLP. de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés*, p. 249.

— — Mesnil (**96**). *Sur Cly. sulfureus* — (**97**). *Études de morphologie-Maldaniens et Arenicoliens*, p. 148, fig. 3 et pl. VI, fig. 5-11 — (**98**). *Les genres Clymenides et Branchiomaldane* p. 640.

— — P. Fauvel (**98**). *Stades post-larvaires des Arénicoles*, p. 733 et (**99**[b]). *les Stades Cly. et Br. des Arénicoles.*

Corps arrondi, souvent renflé antérieurement en massue sur les spécimens conservés dans l'alcool. — Longueur 15 à 20 cent. (atteint parfois jusqu'à 40 cent. sur 1 à 2 cent.) — 19 sétigères.

Couleur. — Variant du jaune verdâtre au rouge brun, au vert noirâtre ou même au noir foncé ; branchies rouge carmin.

Prostomium en forme de petite caroncule trilobée souvent invaginée. — Région antérieure à 6 uncinigères abranches ; champ métastomial souvent très marqué, parfois peu distinct ; tores uncinigères peu saillants. — Région abdominale à 13 segments sétigères, branchifères suivie d'une partie caudale achète et abranche formée d'une trentaine de segments couverts de petites papilles. (Cette partie est souvent amputée.) — Branchies en éventail à large membrane palmée réunissant environ 12 troncs ramifiés. Chez les grands spécimens leur aspect est penné. — La première paire est ordinairement très petite. — Soies de la rame dorsale capillaires, à limbe étroit, fortement épineuses (moins que chez l'*A. cristata* mais plus que chez l'*A. ecaudata*). Chez les jeunes elles sont limbées et faiblement épineuses. *Uncini,* faiblement recourbés en ∫, à rostre obtus, émoussé, portant chez les jeunes 1-2 dents au *vertex.* — *Otocystes, communiquant avec l'extérieur par un canal,* otolithes formés de petits grains de quartz. — Trompe globuleuse, papilles de la

Fig. 6.

A. marina au stade Clyménidien.— Prostomium, face et profil.

Fig. 7.

A. marina. — Prostomium, face dorsale. — jeune ; plus âgée ; adulte.

base pointues et chitinisées chez les vieux individus. — Diaphragme antérieur muni de 2 sacs courts ; diaphragmes postérieurs à partir du 19e sétigère. Mutation du dorso-pédieux au 13e. — Néphridies : 6 paires avec néphridiopores dans les sétigères IV à IX. Epoque de reproduction ; janvier à mai et juillet-août.

Habitat. — Galerie en U dans le sable.

Distribution géographique : toutes les mers septentrionales et tempérées de l'hémisphère boréal sauf la Méditerranée.

L'*A. natalis* Gir. n'est qu'une *A. marina* dont Girard a pris le ventre pour le dos. « La région dorsale, dit-il, » est marquée par une ligne nette, lisse qui se subdivise » sur la région céphalique en une branche droite et une » branche gauche se réunissant antérieurement ». Il est évident qu'il s'agit ici de la ligne ventrale, correspondant à l'impression de la chaîne nerveuse, et des traces du collier œsophagien limitant le champ métastomial. Sur certains spécimens d'*A. marina* cette ligne et sa bifurcation tranchent nettement sur le reste des téguments par leur aspect lisse et leur couleur plus claire. La division de l'épiderme en champs polygonaux qu'il cite comme un autre caractère distinctif s'observe sur tous les individus âgés de l'*A. marina*. Tout le reste de sa description s'applique également à cette espèce.

L'identité de l'*A. glacialis* et de l'*A. marina* a été admise par Marenzeller et de Saint-Joseph (**94**). On a vu plus haut que l'*A. glacialis* doit se confondre avec l'*A. cristata* et non avec l'*A. marina*.

J'ai demontré que le *Clymenides sulfureus* n'est qu'un stade post-larvaire de l'*A. marina* et Mesnil après avoir d'abord vivement combattu cette opinion a fini par l'admettre également.

Arenicola Claparedii Lev.

Arenicola Claparedii Lev. Levinsen (**83**). *Syst. Geogr. Overs.*, p. 137.
— — Horst (**89**). *On Arenicola specimens*, p. 37.
— — Ehlers (**92**). *Die Gehororgane der Arenicolen*, p. 246, pl. XIII, fig. 21-29.
— — Lo Bianco (**93**). *Anellidi di Napoli*, p. 9, pl. II, fig. 3.
Lumbricus marinus (*nec* Lin.) Delle Chiaje. *Descriz. e notonomia*, p. 93, fig. 23.
Arenicola clavatus R. Ranzani (**17**). *Arenicola clavatus-Isis*, p. 1449, et *Mem. di Storia Nat. Deca.*, p. 1, pl. I, fig. 1.
Chorizobranchus marinus Qfg. de Quatrefages (**65**). *Hist. des Annelés*, T. II, p. 267.
Arenicola marina (*nec* Lin.) Claparède (**68**). *An. Chét. de Naples*, p. 300, pl. XIX, fig. 3.
Arenicola piscatorum (*nec* Lam.) Jaquet (**85**). *Syst. vasculaire des Annélides*, p. 51, pl. XXI et XXII, fig. 50 à 64.

Corps arrondi renflé antérieurement ; taille moyenne 6 à 8 cent. au plus 15 cent. sur 12 $^{m}/^{m}$.

Couleur rougeâtre à reflets verts, parfois couleur de chair ; branchies d'un beau rouge ; téguments parfois transparents.

Prostomium trilobé à lobes latéraux bien développés et mamelonnés. — Région antérieure renflée, à 6 segments uncinigères abranches, ligne ventrale et champ métastomial très marqués. — Région abdominale à 13 segments sétigères branchifères, suivis d'une partie caudale achète et abranche, composée d'environ 30 seg-

Fig. 8.
A. Claparedii.— Prostomium, face dorsale.

ments, de longueur variant de la moitié à la totalité du reste du corps, couverte de nombreuses papilles de plus en plus grandes vers l'extrémité. — Branchies, plus grandes, plus ramifiées, plus pennées que celles de l'*A. marina,* se rapprochant davantage de celles de l'*A. cristata,* à palmure peu développée. La première paire est presqu'aussi grande que les suivantes. — Soies dorsales capillaires, finement limbées et épineuses. — *Uncini* à *vertex* convexe finement denticulé. — *Otocystes remplacés par de simples cryptes largement ouvertes et dépourvues d'otolithes.* — Trompe globuleuse à papilles molles, arrondies, diminuant de taille de la base au sommet. — *En plus des 2 cœcums œsophagiens ordinaires qui sont ici filiformes et sinueux, 3 paires de courts cœcums accessoires de taille décroissante, insérés entre la première paire et l'estomac.— Diaphragme antérieur dépourvu de sacs.* — Diaphragmes postérieurs à partir du 19ᵉ sétigère. Mutation du dorso-pédieux au 13ᵉ. — Néphridies : 5 paires avec néphridiopores dans les uncinigères V à IX.

Epoque de reproduction : de novembre à janvier.

Habitat : dans la vase — pas au-delà de 5 mètres de profondeur (?).

Distribution géographique : Méditerranée.

Arenicola pusilla Qfg.

Arenicola pusilla de Quatrefages (**65**). *Histoire des Annelés,* p. 266.

La diagnose de Quatrefages est assez courte : « *Annuli ebranchiati 9. Branchiæ magnæ, ramosissimæ.* » et de plus inexacte.

J'ai pu examiner dans la collection du Muséum de Paris le type de l'espèce, un spécimen unique et incomplet rap-

porté de Coquimbo (Chili) par GAUDICHAUD, ce qui me permettra de compléter et de rectifier la diagnose de QUATREFAGES.

Le fragment mesure environ 4 cent. sur 5 m/m.

Le *prostomium*, bien développé, comprend un petit lobe médian triangulaire et deux latéraux élargis, foliacés dominant et entourant en partie la bouche. L'ouverture des organes nucaux est triangulaire. Le nombre des segments sétigères, abranches, de la région antérieure, est de 7 seulement et non de 9. Il est vrai que les branchies du 8e et du 9e sétigère sont très petites et peuvent échapper aisément à un examen superficiel. — Le tégument est profondément découpé en champs polygonaux et le champ métastomial très accentué est marqué par deux profondes gouttières. Les segments, sauf les premiers, sont divisés en 5 anneaux secondaires formés chacun de 2 rangées de plaques ou verrues polygonales. — Il n'existe que 4 segments branchifères de la région abdominale, le reste du corps manque sur le type. — Les branchies, sauf les deux premières paires qui sont très réduites, sont grandes, arborescentes, formées de 7 à 8 troncs pennés, réunis à leur base par une légère palmure. — Les soies capillaires dorsales sont finement limbées et épineuses comme celles de l'*A. Claparedii*. Les *uncini*, rappelant beaucoup ceux de cette espèce, ont également la convexité du *vertex* assez accentuée et finement denticulée.

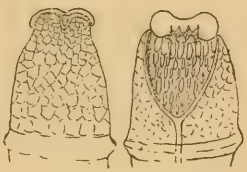


Fig. 9.

A. pusilla. — Prostomium, face dorsale et face ventrale.

Fig. 10.

A. pusilla. — Une soie à crochet.

Dans les segments antérieurs, les soies dorsales sont

implantées dans des replis du tégument, sans mamelon pédieux ; celui-ci n'est bien développé que dans la région branchiale. L'*A. Grubii* présente souvent une disposition semblable.

Anatomie interne inconnue.

Distribution géographique : Chili.

Arenicola assimilis Ehl.

Arenicola assimilis Ehlers (**97**). *Hamb. Magal. Sam. Reise. Polychaeten*, p. 103.

Arenicola piscatorum *var.* Grube (**77**). *Anneliden d. Gazelle*, p. 511 et 554.

Prostomium trilobé, à lobe médian plus petit que les latéraux. Région antérieure à 7 à 8 sétigères abranches. — Région abdominale à 12-13 sétigères branchifères suivie d'une portion caudale achète et abranche à segments tri-annelés.

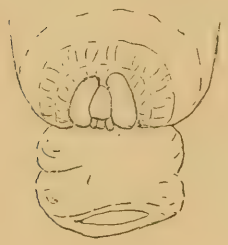


Fig. 11.

A. assimilis. — Prostomium, face antérieure (d'après Ehlers). La trompe est dévaginée.

Soies capillaires dorsales plus faiblement épineuses que celles de l'*A. marina*.

Stade post-larvaire abranche de $6\,^{m}/^{m} \times 1\,^{m}/^{m}$, à lobe céphalique conique, suivi de 2 segments achètes. — 19 segments sétigères, uncinigères — région caudale achète, annelée, presqu'aussi longue que le reste du corps.

Habitat. — Dans le sable des grèves et dans le sol sous les pierres.

Distribution géographique : Magellan, Terre de Feu, Géorgie méridionale, Californie.

Cette espèce n'est connue que par la courte description

d'Ehlers, sans figure, que je résume ci-dessus. Cet auteur l'a trouvée très voisine de l'*A. marina*.

Le savant professeur de Gottingen ayant eu l'amabilité de m'envoyer un croquis de l'extrémité antérieure de l'animal, j'ai pu comparer son *prostomium* avec celui de l'*A. pusilla*. La forme, bien qu'analogue, n'en est pas tout à fait identique ; mais, comme me le fait remarquer mon correspondant, l'âge, la taille de l'animal ainsi que l'état différent d'extroversion de la trompe peuvent produire des différences sensibles dans la forme de l'organe ; aussi ne peut-on accorder un grand poids à ces différences.

L'*A. pusilla* s'en rapproche aussi par le nombre de ses segments thoraciques abranches et par sa distribution géographique, mais pour le moment elles sont trop peu connues toutes les deux pour que l'on puisse savoir exactement à quoi s'en tenir sur leurs affinités. On ne sait rien de leur anatomie. Tout ce que l'on peut dire, c'est que ces deux espèces semblent très voisines.

Arenicola Loveni Kbg.

Arenicola Loveni Kbg. Kinberg (**57**). *Fregatten Eugenies Resa*, pl. XXVIII, fig. 1 (planches inédites).
— — Kinberg (**65**). *Annulata nova*, p. 355.

Segmentum buccale triannulum, segmenta setigera 20 quorum sex anteriora singulumque postremum ebranchiata; longitudo 395-400 $^{m}/_{m}$*; latitudo* 20 $^{m}/_{m}$.

Port Natal (Colonie du Cap) Wahlberg. — Mus. Holm.

La diagnose de Kinberg reproduite ci-dessus et les figures de la planche *inédite*, citée, sont les seuls renseignements connus sur cette espèce qui ne semble pas avoir jamais été observée de nouveau.

La figure, grandeur naturelle, permet cependant de se rendre compte d'un certain nombre de caractères.

La région antérieure comprend 6 uncinigères abranches. — L'ensemble du segment buccal et du post buccal forme 3 anneaux secondaires. Le premier uncinigère est divisé en 3 anneaux, le deuxième en 4, le troisième et tous les suivants en 5. Dans la région abranche, le tégument est divisé en champs polygonaux qui disparaissent dans la région branchiale. Cette dernière comprend 13 segments branchifères. La première branchie est beaucoup plus petite que les 12 suivantes ; ces branchies, très ramifiées, ressemblent beaucoup à celles de l'*A. marina,* variété des Laminaires, et à celles de l'*A. cristata.* Elles sont formées de 10 à 12 troncs bipinnés, à ramifications secondaires alternes au nombre de 8 à 10 de chaque côté. Sur le dernier anneau précédant la région caudale, il existe de chaque côté un petit bouquet de soies dorsales (mais pas de parapode). La région caudale achète est presqu'aussi longue que le reste du corps. Les soies dorsales, capillaires, sont presque droites, légèrement limbées et épineuses. Elles ne semblent pas différer de celles de l'*A. marina* de grande taille. Il en est de même des *uncini* légèrement recourbés, à rostre émoussé, et qui sont représentés sans denticules. — La trompe est globuleuse ; les papilles de la base sont grandes et pointues, celles du sommet petites et arrondies.

Autant qu'on peut en juger par la figure de Kinberg, cette espèce ne diffère de l'*A. marina* de grande taille que par la présence d'un anneau sétigère entre le dernier segment branchifère et la région caudale. Si l'on examine attentivement la figure de Kinberg, on voit que le dernier segment de la région branchiale porte, comme les autres, une paire de parapodes et de branchies et qu'il est aussi divisé en 5 anneaux secondaires. Or c'est le 5^{e} anneau de

ce segment qui porte de chaque côté un petit bouquet de soies, sans trace de parapode. Ces soies ne sont pas figurées à part et il n'est pas question d'*uncini*. Ce 5e anneau semble donc bien faire partie du dernier segment branchifère et ne paraît pas être un segment distinct.

En présence de ce caractère si extraordinaire chez une Arénicole, on peut se demander s'il n'y a pas eu erreur d'observation.

Vu l'insuffisance de la description, en attendant que cette Arénicole ait été retrouvée et examinée au point de vue anatomique, il est impossible de se prononcer et de décider si elle représente une espèce distincte et aberrante ou si elle doit être confondue avec l'*A. marina*. Je ne la cite donc qu'à titre de simple renseignement.

Angers, 3 juillet 1899.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1891 Andrews E. A. Report upon the Annelida Polychaeta of Beaufort, North Carolina (*Proceed. U. St. Nat. Mus.*, vol. 14, n° 852, p. 277-302).

1834 Audouin et Milne-Edwards. Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France (*Annélides*, vol. II).

1893 Benham. Post-larval stage of *Arenicola marina* (*Journ. Mar. Biolog. Assoc.*, vol. 3, p. 48-53, pl. I).

1894 Bidenkap O. Systematisk oversigt over Norges Annulata Polychaeta (*Christiana Vidensk. Selskabs-Forhdlg*, n° 10).

1898 Caullery et Mesnil. Les formes épitokes et l'évolution des Cirratuliens (*Ann. de l'Univ. de Lyon*, fasc. XXXIX, 200 p., 6 pl.).

1863 Claparède R. E. Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere (*Leipzig*, 1863).

1868 Claparède R. E. Annélides chœtopodes du golfe de Naples, 1re partie (*Genève*, 1868).

1880 Cosmovici. Organes segmentaires et organes génitaux des Annélides Polychètes (*Archives de Zoologie exper.*, t. VIII).

1888 Cunningham J. T. On some points in the anatomy of Polychaeta (*Quart. Jour. of Micros. Science*, vol. 28, 2e part., p. 239-278).

1888 Cunningham and Ramage. The Polychaeta sedentaria of the Firth of Forth (*Transac. Royal Soc. Edinburgh*, 20 oct. 1888).

1881 Czierniavsky V. Materialia ad zoographiam Ponticam comparatam. Fas. III. Vermes (*Bull. Soc. Imp. Nat. de Moscou*, t. LVI, p. 338-420).

1853 Dalyell. The Powers of the Creator, vol. II.

1887 Ehlers E. Report on the Annelids of the Blake (Florida Anneliden) (*Mem. of Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 15, 339 p., 60 pl.).

1892 Ehlers E. Die gehororgane der Arenicolen (*Zeitsch. f. Wiss. Zool.*, Bd LIII, supp. p. 218-285, pl. XI à XIV).

1892a Ehlers E. Zur kenntniss von Arenicola marina (*Nachrichten von d. K. Gesell. d. Wiss. u. Georgs Aug. Univers. Göttingen*, n° 12, p. 413-418).

1897 Ehlers E. Hamburger Magalhaensiche Sammel Reise-Polychaeten (*Hamburg L. Friederichsen*, 148 p. 9 pl).

1881 Eisig H. Sur les glandes hermaphrodites de l'*Hesione sicula* (*Analyse Archives de Zool. exp.*, t. IX).

1887 Eisig H. Die Capitelliden des Golfes von Neapel (*Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Bd XVI, Berlin).

1897 Fauvel P. Recherches sur les Ampharétiens (*Bull. Scien. de France et de Belgique*, t. XXX, p. 277-488, pl. XV à XXV).

1898 Fauvel P. Les Stades post-larvaires des Arénicoles (*C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 127, n° 19, p. 733-735).

1899a Fauvel P. Observations sur l'*Arenicola ecaudata* (*Bull. Soc. Lin. de Normandie*, 5e sér., vol. II, fas. 1, p. 64-93, pl. I).

1899b Fauvel P. Sur les stades *Clymenides* et *Branchiomaldane* des Arénicoles (*Bull. Sci. de France et de Belgique*, t. XXXII).

1898 Gamble and Ashworth. The habits and structure of *Arenicola marina* (*Quart. Journ. of Micr. Sci. N. 5*, n° 61, vol. 41, fas. I).

1886 Gibson R. J. H. Notes on some of the Polychaeta collected by L. M. B. C. (*First Rep. Fauna Liverpool Bay*, p. 342-353, 2 pl.).

1854 Girard Ch. Arenicola natalis (*Proceed. Boston Soc. Nat. Hist.*, vol. 5, p. 8.-89).

1838 Grube Ed. Anatomie and Physiologie der Kiemenwürmer (*Kœnigsberg*, 78 p. 2 pl.).

1851 Grube Ed. Die Familien der Anneliden (*Archiv. f. Naturg.*, 1850-1851).

1877 Grube Ed. Anneliden Ausbeute S. M. S. Gazelle (*Berlin Pruss. Akad. d. Wiss. Monatsb.*, 1877-78, p. 509-544).

1896 Haecker V. Pelagische Polychaeten Larven (*Zeitsch. f. Wiss. Zool.*, Bd. 62, fas. I, p. 74, pl. III-V).

1880 Horst R. Bijdrage tot de Kennis der Anneliden van onze Kust (*Tijdschr. Nederl. Dierk. vereen.*, D-5).

1889 Horst R. On Arenicola specimens from the Gulf of Naples (*Notes Leyden Mus.*, vol. 11, n° 1, note X, p. 37-45).

1855 Huxley. On a hermaphrodite and fissiparons species of tubicolous Annelid (*Edinburgh Phil. Journal*, 1855).

1890 Ives J. E. On *Arenicola cristata* and its allies (*Proceed. Acad. Nat, Sc. Philadelphie*, 1890, p. 73-75).

1885 Jaquet M. Recherches sur le système vasculaire des Annélides (*Mittheil a. d. Zool. Stat. zu Neapel*, Bd. VI).

1833 Johnston G. On Arenicola ecaudata (*Loudons Mag. Nat. Hist.*, vol. 8, p. 566-569, fig. 54).

1865 Johnston G. Catalogue of the British non parasitical Worms, (*London*, 1865, 8°).

1892 Jourdan. Epithelium sensitif des vers annelés (*Ann. Sciences Nat.*, 7e sér., t. XIII, p. 227-258, pl. V-VI).

1857 Kinberg. Kongliga Svenska Fregatten Eugenies Resa omkring Jorden (*Stockholm*, 1857, 32 p.).

1865 Kinberg. Annulata nova. Recensuit (*Oefv. K. Vet. Akad. Foerhandlg*, 1865).

1885 Koehler. Faune littorale des Iles anglo-normandes (*Ann. Sci. Nat.*, 6e sér., t. XX, p. 1-62, pl. I).

1893 Korschelt. Ueber *Ophyotrocha puerilis* etc. (*Zeitchr. f. Wiss. Zool.*, Bd. 57, h. 2, p. 224-289, pl. XII-XV).

1896 Korschelt. Ueber eine besondere Form der Eibildung und die Geschlechtsverhaltnisse von *Ophyotrocha puerilis* (*Ber. Naturf. Ges. Freiburg*, vol. 8, p. 1-9, 3 pl.).

1896 Kyle. On the nephridia, reproductive organs and port-larval stages of *Arenicola* (*Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, 6e sér., vol. 18, n° 106, p. 295-301).

1881 Langerhans P. Ueber einige canarische Anneliden (*Nova acta Leop. Carol. Acad.*, vol. 42, n° 3, *Halle*)

1883 Levinsen. Systematisk-geographisk Oversigt over de Nordiske Annulata Gephyrea, etc... (*Aftr. af. Vid. Meddel. fra Foren.*, 1883, *Copenhague*, p. 92-350).

1893 Lo Bianco S. Gli Anellidi tubicoli trovati nel golfo di Napoli (*Atti R. Acad. Sc. Fis. Mat. Napoli* (2), vol. 5, n° 11, 3 pl.).

1864 Luetken. En ny vestindisk Sandorm, *Arenicola antillensis*. (*Vidensk. Meddels. Nat. Foren-Copenhague*, 1864, p. 120-122).

1874 Malm A. W. Annulater i hafvet utmed Sverges vestkust och omkring Goeteborg (*Goeteborg Kongl. Vet. Handl.*, vol. 14, p. 69-105).

1867 Malmgren A. J. Annulata Polychaeta Spitsbergiæ, Grœnlandiæ, etc... (*Ofv. af Kongl. Vetensk. Akad. Foerhandlg*, Stockholm, p. 127-235).

1896 Mesnil F. Sur *Clymenides sulfureus* Clp. (*C. R. Soc. Biologie. Paris*, 18 avril 1896).

1897 Mesnil F. Études de Morphologie externe chez les Annélides III. Formes intermédiaires entre les Maldaniens et les Arénicoliens (*Bull. Sc. France et Belgique*, t. XXX, fas. I, p. 144-167, pl. VI).

1898 Mesnil F. Sur les genres *Clymenides* et *Branchiomaldane* et les stades post-larvaires des Arénicoles (*Zoolog. Anzeiger*, vol. XXI, p. 630-638).

1887 Meyer E. Studien ueber der Koerperbau der Anneliden (*Mittheil a. d. Zool. Stat. zu Neapel*, vol. 7, p. 592-748, pl. XXII à XXVII).

1838 Milne Edwards H. Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les Annélides (*Ann. Sc. Nat. Zool.*, 2e sér., t. X, p. 193-221).

1895 Monticelli. Sulla fauna di Porto Torrès (Sardegna) (*Boll. Soc. Natur.*, Napoli, t. IX).

1884 Murdoch. Description of seven new species and one new worm from Arctic Alaska (*Proceed. U. St. Nat. Mus.*, t. VII, p. 522).

1898 Orlandi S. Maldanidi del Golfo di Napoli con osservazioni sopra alcuni punti della loro anatomia ed istologia (*Atti della Soc. Ligustica di Sc. Nat. e Geog.*, vol. IX, p. 1-57, pl. V-VIII, Gênes).

1899 Orlandi S. Sulla parentela delle Maldanidi colle Arenicolidi (*Atti della Soc. Ligustica di Sc. Nat. e Geog.*, vol. X, 1899).

1896 Pereyaslawsewa Sophie. Mémoire sur l'organisation de la *Nerilla antennata* (*Ann. Sc. Nat. Zool.*, 7e sér., t. 1, p. 277-341, 3 pl.).

1865 de Quatrefages. Histoire Naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Annélides et Géphyriens. *Paris.*

1896 Racovitza. Le lobe céphalique et l'encéphale des Annélides Polychètes. (*Arch. de Zool. Exper.* (3). T. 4, n° 1, 216 p., 5 pl.).

1817 Ranzani. *Arenicola clavatus.* Isis 1817, p. 1449-1452.

1840 Rathke. Beitraege zur Fauna Norwegens (*Nova Acta Acad. Nat. Cur.*, XII, 1, 1843, Breslau et Bonn).

1894 de Saint-Joseph. Les Annélides Polychètes des côtes de Dinard (*An. Sc. Nat. Zool.*, 7e sér., t. XVII).

1898 de Saint-Joseph. Les Annélides Polychètes des côtes de France (Manche et Océan) (*An. Sc. Nat. Zool.*, 8e sér., t. V, p. 209-464).

1853 Sars M. Bemerkninger om det Adriatiske havs fauna sammenlignet med Nordhavet. (*Nyt. Mag. f. Nat.*, VII.)

1826 Savigny. Système des Annélides (*Description de l'Égypte*, vol. XXI).

1856 Schultze M. Ueber die Entwicklung von *Arenicola piscatorum* (*Abhandlg. d. Naturf. Ges. zu Halle*, vol, III, p. 213-223).

1840 Stanius. Bemerkungen zur Anatomie und Physiologie der

Arenicola piscatorum (Müllers' Archïv. f. Anat., p. 350-380).

1856 Stimpson. On some remarkable marine invertebrates inhabiting the shores of South Carolina (*Proceed. Boston Soc. Nat. Hist.*, vol. 5, p. 114).

1880 Storm. Bidrag til Throndhjems fjordens Fauna-Annelider (*Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Skr. Throndhjem.*)

1885 Viallanes. Endothelium du Lombric et de l'Arénicole (*An. Sc. Nat. Zool.*, 6e sér., t. XX).

1888 Vogt et Yung. Traité d'anatomie comparée pratique (Vol. 1. p. 481-514, fig. 242-254).

1879 Webster. Annelida Chætopoda of New-Jersey (*32th Report of N. Y. State Museum*, p. 128).

1880 Wilson. Preliminary abstract of observations upon the early stages of some Polychaetous Annelides (*Zool. Anzeiger*).

1882 Wilson. Observations of the early developmental stages of some Polychaetous Annelids (*Stud. Biol. Lab. John Hopkins Univers.*, vol. 2, n° 2).

1887 Wiren A. Beitraege zur Anatomie und Histologie der limivoren Anneliden (*K. Svenska Vetensk. Akad. Handlg.*, t. XXII, n° 1, Stockholm).

DEUX POINTS DE NOMENCLATURE

RANUNCULUS ACER

SONCHUS OLERACEUS

PAR

Mr Auguste LE JOLIS.

I. — Ranunculus acer, etc.

Linné a écrit *Ranunculus acris, Tribulus terrestris, Astragalus campestris, Lathyrus palustris, Lathyrus silvestris, Scirpus lacustris,* etc., et ces noms n'avaient jamais soulevé la plus légère critique, lorsque certains puristes de nos jours, taxant nos vieux Maîtres d'ignorance en fait de latinité, se sont avisés de corriger ce qu'ils considèrent comme des barbarismes, et ils écrivent *Ranunculus acer, Dianthus silvester, Lathyrus paluster, Scirpus lacuster,* etc. ; je ne sais si l'on n'a pas dit aussi *alpester, campester, rupester, terrester.* — Ces corrections étaient-elles vraiment nécessaires ?

L'article 59 des Lois de 1867 prescrit : « Nul n'est autorisé à changer un nom sous prétexte... qu'il n'est pas d'une latinité suffisamment pure, ... ». Par conséquent, à moins

qu'il ne soit démontré que les noms Linnéens sont des barbarismes avérés, nul n'a le droit de les modifier.

Déjà M. le Dr Saint-Lager a dit que *Ranunculus acris* peut être maintenu, parce que *acris* au masculin est une variante de *acer*. J'irai plus loin : ce n'est pas *acris* qui est une variante de *acer*, c'est bien plutôt *acer* qui est une variante de *acris* et une licence ou dérogation aux règles générales. En effet, la presque totalité des nombreux adjectifs terminés en *er* au masculin ont leur terminaison en *ra* au féminin et en *rum* au neutre et appartiennent aux deux premières déclinaisons, et il en est seulement une douzaine qui ont la désinence *ris* au féminin et *re* au neutre et appartiennent à la 3e déclinaison ; mais ces derniers, outre la forme aberrante *er*, possèdent en même temps au masculin la forme normale *ris* et rentrent ainsi dans la règle qui gouverne tous les adjectifs en *is*, dont le masculin et le féminin sont semblables au nominatif.

Assurément *acer* a été employé par de nombreux écrivains ; mais, pour cela, le masculin *acris* n'en était pas moins latin, car Ennius a dit « somnus acris ». Linné était donc parfaitement en droit de dire *Ranunculus acris*, d'autant plus qu'avant lui Bauhin avait déjà nommé la même plante « Ranunculus pratensis erectus acris ».

On rencontre « ager paluster » dans Tite-Live ; mais Columelle a écrit « ager palustris », et l'exemple du vieil agronome doit être préféré des botanistes. — « Campester locus » est dans Varron, mais « campestris locus » est dans Columelle et « ager campestris » dans Caton. — « Populus terrester » se trouve dans Florus, mais « terrestris » est la forme le plus généralement usitée. — Cæsar a dit « collis silvestris » et « silvestris locus », Columelle « silvestris situs », Horace « silvestris ager », Varron « silvestris mons », tandis que « silvester », bien qu'il figure dans certains lexi-

ques à l'usage de nos collèges, est exclu du « Grand Dictionnaire de la Langue latine » par G. Freund, aussi bien que « lacuster », « alpester », « rupester ».

Ainsi donc, des nombreux adjectifs de la 3e déclinaison usités dans la nomenclature botanique, quatre seulement ont été exceptionnellement employés par les latins sous la forme *acer, campester, paluster, terrester,* mais non à l'exclusion de la forme masculine *acris, campestris, palustris, terrestris,* forme qui paraît être la plus ancienne, est la plus conforme aux règles, et est certes « d'une latinité suffisamment pure ». — Nos vieux Maîtres savaient, parlaient et écrivaient le latin pour le moins aussi bien et aussi facilement qu'il est d'usage de nos jours, et c'est une prétention par trop présomptueuse que de vouloir les corriger ; en tout cas, de telles corrections sont formellement interdites par l'article 59 des Lois de 1867.

II. — Sonchus oleraceus.

En 1895, dans mes « Remarques sur la nomenclature bryologique », j'avais appelé l'attention des botanistes sur la façon dont les variétés sont désignées par Linné dans son « Species plantarum », et j'ai reproduit une de ses phrases qui semble avoir été inaperçue ou négligée et qui pourtant exprime nettement ses intentions. Comme je l'ai fait remarquer, alors qu'habituellement Linné ne donne pas de noms triviaux à ses variétés et les énumère à partir de la lettre β, le type étant censé être la forme α, cependant dans des cas assez rares il indique séparément une variété α, portant en marge un nom différent de celui de l'espèce. Ainsi, son *Mnium serpyllifolium* se compose de quatre variétés aux-

quelles il applique les noms α *punctatum,* β *cuspidatum,* γ *proliferum* et δ *undulatum,* et il en donne l'explication suivante : « *Varietates has pro distinctis speciebus sumunt varii; ego ob suas caussas ita conjunxi, ut qui distinguendas velit, facile distinctas tradat* » (Sp. pl., II, pp. 1113-1114), et plus tard il renouvelle cette déclaration dans la 2ᵉ édition du « Flora suecica » (p. 385) : « *Hæ species* α punctatum, β cuspidatum, γ proliferum *et* δ undulatum *distinguuntur communiter ab auctoribus, quod et per me faciant, mihi tamen videntur ita affines ut conjungi queant.* » — De ces paroles de Linné j'ai conclu que le nom *Mnium serpyllifolium* signifie exclusivement la réunion des quatre plantes en une seule espèce, et par conséquent ne peut être arbitrairement restreint à la seule variété α, laquelle, si on la distingue spécifiquement, doit, d'après la volonté expresse de Linné, porter le nom *Mnium punctatum* L., et non *Mn. serpyllifolium* L. comme le voulait S.-O. Lindberg. — Cette remarque s'appliquait évidemment à tous les cas analogues.

Malgré son dédain et ses sarcasmes à l'adresse de mes « Remarques » de 1895, Mr O. Kuntze semble pourtant en avoir tiré profit pour ce qui concerne ce point de nomenclature, car en 1898 il y consacre un chapitre du dernier volume de son « Revisio generum plantarum » (III^{II}, pp. 189-194), où il passe en revue les variétés auxquelles Linné a donné des noms ; mais il a omis de citer celles du *Sonchus oleraceus,* et encore en 1898 il écrit *Sonchus oleraceus* L. (l. c., p. 180).

A propos de ce dernier nom, j'avais, il y a plusieurs années déjà, soumis une note à Mr le Secrétaire général de la Société botanique de France, qui n'a pas jugé convenable d'en donner communication. Cependant, comme il s'agit d'un nom très vulgaire, je crois qu'il peut être utile

d'en parler ; et comme l'édition princeps du « Species plantarum » n'est pas entre les mains de tous les botanistes, je reproduis ici le texte Linnéen (II, p. 794) :

oleraceus. 4. SONCHUS pedunculis tomentosis, calycibus glabris. *Fl. suec.* 643. *Dalib. paris.* 243.
Sonchus annuus ramosus diffusus, foliis laciniatis. *Fl. lapp.* 289. *Hort. cliff.* 384.
Sonchus caule ramosissimo diffuso, foliis summis amplexicaulibus, pedunculis inæqualibus. *Roy. lugdb.* 129.

lævis. α. Sonchus lævis laciniatus latifolius. *Bauh. pin.* 124.
Sonchus lævis *Cam. epit.* 279.

β. Sonchus lævis minor, paucioribus laciniis. *Bauh. pin.* 124.
Sonchus lævis latifolius. *Tabern. ic.* 190.

asper. γ. Sonchus asper laciniatus et non laciniatus. *Bauh. pin.* 124.
Sonchus asper laciniatus latifolius et angustifolius. *Loes. pruss.* 257. t. 77. 78.

δ. Sonchus asper non laciniatus. *Tournef. inst.* 474.
Sonchus aspera. *Fuchs. hist.* 674.
Habitat in Europæ *cultis.* ☉

De ce texte découlent les conclusions suivantes :

1° Bien avant Linné, les anciens auteurs avaient distingué deux plantes, qu'ils appelaient *Sonchus lævis* et *Sonchus asper* ; 2° Linné a été d'avis que ces plantes constituent une seule espèce, et pour exprimer cette idée il a imposé à l'ensemble des formes le nouveau nom *Sonchus oleraceus* ; 3° mais en même temps, conformément à sa déclaration au sujet du *Mnium serpyllifolium,* il conservait les vieux noms *lævis* et *asper* pour servir à ceux qui continueraient à séparer spécifiquement les deux plantes, « ut qui distinguendas velit, facile distinctas tradat » ; 4° par conséquent, l'expression collective *Sonchus oleraceus* L. doit être employée uniquement par les botanistes qui adop-

teraient l'idée spécifique de Linné, c'est-à-dire la réunion des deux plantes ; mais elle ne peut être arbitrairement restreinte à une seule d'entre elles, car ce serait contraire aux intentions formelles de Linné et « lui ferait dire ce qu'il n'a pas dit » ; 5° par contre, tous les botanistes qui admettent deux espèces distinctes, sont nécessairement tenus d'employer les noms *Sonchus lævis* L. et *Sonchus asper* L., — ainsi que M. Corbière l'a fait, sur mes observations, dans sa « Nouvelle Flore de Normandie » 1894.

Juillet 1899.

SUR LA DISTILLATION DE MÉLANGES D'EAU AVEC LES PREMIERS ALCOOLS DE LA SÉRIE GRASSE

par Mr E. SOREL.

On sait que, si on fait passer un courant de vapeur d'eau convenablement divisé dans un liquide complètement insoluble dans l'eau, on voit la température de ce liquide s'élever jusqu'à une limite inférieure à la température d'ébullition des deux corps et déterminée par le fait que la somme des pressions des vapeurs saturées de ces deux corps correspondant à cette température fait exactement équilibre à la pression extérieure. Si donc on connaît la courbe des pressions de ces vapeurs pour les différentes températures, il suffit de construire la courbe dont les ordonnées sont la somme des deux pressions et de déterminer le point d'intersection de cette courbe avec l'horizontale correspondant à la pression extérieure donnée pour lire sur la ligne des abscisses la température d'ébullition.

D'autre part, si l'on appelle g et G les poids des deux corps passant simultanément à l'état de vapeurs, t et T leurs tensions de vapeur, d et D les poids spécifiques de ces vapeurs, on aura évidemment, puisque les deux corps sont sans action l'un sur l'autre :

$$\frac{g}{G} = \frac{t.\,d}{T.\,D}$$

Comme les densités des vapeurs sont très sensiblement proportionnelles aux poids moléculaires, on en déduit la relation :

$$\frac{g}{G} = \frac{m.\,t}{M.\,T}$$

Naumann (Ber. der Deut. Chem. Gesell. 1877. p. 1421) a vérifié que cette relation est très sensiblement contrôlée par l'expérience, et montré que le contact des vapeurs avec des parois refroidies ne change rien à la composition du mélange non condensé.

Mais il n'en est plus ainsi lorsque deux liquides sont absolument solubles l'un dans l'autre. Les deux liquides semblent se pénétrer l'un l'autre et leurs molécules paraissent exercer une attraction réciproque qui se traduit par une contraction plus ou moins grande, une élévation de température, un abaissement du point de congélation, une variation de la solubilité des gaz, etc. Il n'y a pas là une combinaison véritable, puisque, par des actions physiques, on peut modifier la composition du mélange, mais il s'est établi des liaisons qui modifient d'une façon très notable la façon dont les deux constituants peuvent se comporter vis-à-vis d'agents physiques comme la chaleur.

On ne connaît jusqu'ici que des faits isolés relatifs à des mélanges individuels, mais rien de général comme dans le cas précédent : on sait seulement que le mélange bout le plus souvent à une température inférieure à celle du corps le moins volatil, parfois inférieure même à celle du corps le plus volatil. Dans ce dernier cas, un minimum de température correspond à une composition définie, et, si dès le début cette composition a été réalisée, on obtient un distillat dont la composition est d'un bout à l'autre de l'opération identique à celle du liquide initial. Il semble donc

que l'on a sous les yeux un composé chimiquement défini. Parfois même, sous certaines pressions, la composition du mélange correspond assez rigoureusement à un rapport moléculaire défini pour qu'on soit amené, à première vue, à admettre une combinaison. Mais la composition définie varie avec la pression, ce qui enclut l'idée d'une espèce chimique.

Nombre d'exemples de ce fait existent dans la science, nous en rencontrerons un ici-même.

Il est remarquable que tous les auteurs étudiant sous la même pression de tels mélanges donnent à quelques écarts très faibles près la même température d'ébullition et la même composition.

Tel est le cas des mélanges suivants :

Eau 30 °/₀	Alcool propylique	70 °/₀.
Eau 81,6	Acide propionique	18,4.
Eau 82,6	Acide butyrique	17,4.
Alcool 91	Sulfure de carbone	9.

Un mélange contenant plus d'eau que les précédents donnerait finalement, par une suite de distillation : de l'eau pure : s'il en contenait moins, le résidu final serait l'autre corps pur.

On peut donc conclure de cet accord entre les différents observateurs qu'ils ont opéré avec des corps purs et que, dans les conditions où ces expériences spéciales ont été réalisées, il n'y avait ni erreur d'instruments ni d'observation.

Mais le désaccord apparaît entre les divers observateurs aussitôt que l'on sort de ces conditions spéciales. Le maximum d'écart existe, à ma connaissance, entre les résultats publiés jadis par M. Duclaux dans les Annales de Physique et de Chimie et les miens.

M. Duclaux distillait 110^{cc} du mélange à étudier dans

une cornue de 300cc et admettait que la condensation partielle des vapeurs sur les parois n'altérait en rien la composition des vapeurs non condensées. Il a traduit ses résultats par une formule qui ne s'applique d'ailleurs que jusqu'à une richesse déterminée :

$$\frac{da}{de} = m \frac{a}{a+e}$$

a représentant le poids d'alcool, e le poids d'eau, m étant un coefficient numérique qui a les valeurs suivantes :

10,9 pour l'alcool méthylique jusqu'à ce que le liquide à distiller titre 30 °/₀

15,4 pour l'alcool éthylique jusqu'à ce que le liquide à distiller titre 25 °/₀

20,9 pour l'alcool propylique jusqu'à ce que le liquide à distiller titre 10 °/₀

Si nous appelons T le titre (en poids) du liquide considéré, la composition de la vapeur sera :

$$\frac{da}{da+de} = \frac{mT}{l+mT}$$

Appliquons cette formule aux trois alcools ci-dessus, nous trouverons d'après Duclaux : *(Voir page suivante.)*

Or ces chiffres ne cadrent pas du tout avec les résultats que l'on obtient dans les grands appareils industriels et d'autant moins que les appareils sont plus puissants. J'ai donc été amené à me demander si la cause d'erreur négligée par M. Duclaux n'exerçait pas une influence considérable, et j'ai repris les expériences en me mettant à l'abri de toute condensation (*Distillation et Rectification industrielle*, page 44).

Pour cela j'introduisais 550cc d'un mélange connu d'un des alcools précédents et d'eau dans un ballon de 1.500cc

COMPOSITION du liquide en poids.	COMPOSITION DES VAPEURS D'APRÈS M. DUCLAUX.		
	ALCOOL méthylique	ALCOOL éthylique	ALCOOL propylique
0/0	0/0	0/0	0/0
5	34,63	43,50	51,10
10	52,15	60,65	67,64
15	62,85	69,78	
20	67,40	75,48	
25	73,15	79,39	
30	76,58		

au col duquel était soudé un tube recourbé vers le bas. Ce ballon était entièrement plongé dans une double enveloppe que je pouvais chauffer à une température de quelques degrés supérieure à la température d'ébullition du mélange, le tube recourbé vers le bas sortait seul de la double enveloppe et communiquait avec un réfrigérant ordinaire. Il ne pouvait donc y avoir aucune condensation sur les parois du ballon et, pourvu qu'on menât l'ébullition assez lentement et qu'on la régularisât, grâce à l'emploi de quelques fragments de porcelaine, il n'y avait pas projection et vaporisation sur la panse arrondie du ballon.

Comme il se produit au début des vapeurs au-dessous de la température d'ébullition, on recueillait les 50 premiers centim. cubes, on en prenait la densité : on connaissait par suite leur composition, d'où on déduisait la richesse des 500 centim. cubes restants, puis on recueillait 50^{cc} par 50^{cc} le liquide distillé, on en prenait la densité, on avait donc la richesse et le poids du liquide restant après

chaque prise. On pouvait donc construire la courbe d'épuisement du liquide et connaître la richesse correspondant à la distillation d'un poids connu.

Si nous appelons P la quote-part du liquide restant dans le ballon, a le taux °/₀ au poids du corps étudié dans le mélange, V le même taux °/₀ dans les vapeurs, il est clair que nous avons à chaque instant :

$$Pa = (P - dP)(a - da) + UdP$$

d'où

$$U = a + P.\ \frac{da}{dP}$$

$\frac{da}{dP}$ est le coefficient angulaire de la tangente à la courbe ci-dessus, donc on aura autant de fois la valeur de U qu'il y aura de courbes d'épuisement où se trouve le titre a.

J'ai obtenu de cette façon les tables suivantes, donnant pour les mélanges d'eau et des trois premiers alcools de la série grasse la correspondance entre la richesse pondérale des vapeurs et celle des liquides.

J'ai indiqué à côté la valeur du coefficient $m = \frac{da}{de}$. On voit qu'on ne trouve pas du tout un coefficient constant, mais une fonction qui varie même assez irrégulièrement. Dans une troisième colonne est la valeur α donnant dans le cas le plus favorable (celui où le liquide condensé retombe dans la cornue avec la composition du liquide bouillant) la quantité du liquide condensé sur les parois dans l'expérience de M. Duclaux.

On pourrait faire la même comparaison avec les autres tables, j'ai choisi les nombres publiés par M. Duclaux, parce que l'auteur a pris, comme on devrait toujours le faire, le soin d'indiquer dans quelles conditions il a pratiqué ses expériences. Il est clair qu'entre les mains d'un

COMPOSITION en poids du liquide.	ALCOOL MÉTHYLIQUE.			ALCOOL ÉTHYLIQUE.			ALCOOL PROPYLIQUE.		
	COMPOSITION des vapeurs.	m	α	COMPOSITION des vapeurs.	m	α	COMPOSITION des vapeurs.	m	α
0/0	0/0		0/0	0/0		0/0	0/0		0/0
2	8	4,24		18,08	11,03	26,28	30,2	23,14	
5	20,1	5,29	49,04	33,38	10,02	23,41	47	17,36	8,89
10	38	6,13	33,57	48,79	9,53	22,34	55,3	12,37	21,39
15	49,7	6,60	26,25	57,54	9,03	27,57	61,1	10,47	
20	59,5	7,34	16,66	60,18	7,80	32,48	64,5	9,08	
25	65,8	7,95	15,27	61,72	6,45		65,7	7,66	
30	70	8,66	13,91	63,46	5,78		66,6	6,64	
35	73	7,73		65,15	5,34		67,3	5,88	
40	75	7,50		66,97	5,07		67,7	5,24	
45	76,8	7,35		68,79	5,00		68,2	4,76	
50	77,7	6,96		70,69	4,82		68,7	4,39	
55	78,3	6,56		72,60	4,81		69,1	4,08	
60	78,4	6,05		74,64	4,90		69,5	3,79	
65	78,5	5,62		77,04	5,16		69,6	3,52	
70	84,8	7,98		79,40	5,50		70,1	3,35	
72,25	87,4	9,60							
75	87,8	9,81		82,07	6,10		72,2	3,39	
80	88,8	9,91		84,79	6,96		75,4	3,83	
85	90,3	10,74		87,68	8,37		79,6	4,59	
90	92,2	13,13		90,97	11,19		84,1	5,87	
95	95,3	21,36		95,16	20,69		90,8	10,28	

aussi habile expérimentateur, les diverses opérations ont dû donner des résultats en série, mais on comprend que la méthode employée ne peut fournir que des chiffres erronés

qui varieront avec la température du laboratoire, la surface de la cornue, la vitesse de la distillation, etc.

Ces expériences ne pouvaient donc indiquer qu'un allure générale du phénomène. Je me borne à montrer qu'il est impossible d'indiquer avec quelle approximation cette allure est indiquée.

Si on prend au contraire les résultats de mes expériences, on constate un fait assez curieux. La représentation graphique du titre des vapeurs en fonction du titre des liquides ne peut être faite par une courbe continue, si on considère les taux pour cent en poids et non les taux pour cent en volume, comme j'ai eu le tort de le faire dans une communication à l'Académie des Sciences.

Vient-on à prendre pour abscisses les titres du liquide, pour ordonnées les titres de la vapeur, on obtient dans chacun des trois cas étudiés deux courbes bien distinctes, l'une relative aux mélanges où l'eau domine, l'autre aux mélanges où c'est l'alcool considéré : ces deux courbes tendent chacune vers une zône à tangente horizontale et sont raccordées par une ligne droite.

En d'autres termes, dans un certain intervalle, les liquides paraissent se scinder en deux mélanges de composition définie distillant chacun pour son compte sans influer sur l'autre. La composition définitive est dès lors représentée par les ordonnées d'une ligne droite.

Cette droite de raccordement est fort inclinée dans le cas de l'alcool méthylique et réunit les ordonnées correspondant sensiblement à $C H^4 O + H^2 O$ et $4 C H^4 O, 3 H^2 O$.

Elle est moins inclinée dans le cas de l'alcool éthylique, encore moins dans le cas de l'alcool propylique : il est probable qu'elle l'eût été moins pour l'alcool butylique normal, mais je n'ai pu faire l'expérience faute d'une quantité suffisante de corps absolument pur. Il n'y avait pas à songer à des expériences sur les alcools homologues plus

élevés, puisque ceux-ci sont très peu solubles dans l'eau et ne répondent plus au cas étudié ci-dessus. Avec l'alcool amylique, on aurait eu deux courbes très courtes, reliées par une droite rigoureusement horizontale.

Cette hypothèse du dédoublement d'un mélange en deux mélanges distincts distillant isolément est séduisante ; on peut toutefois objecter que j'ai étudié une relation fort complexe, où j'ai comme variables indépendantes la pression, la température, et le titre alcoolique du mélange étudié

$$U = f(a, \Theta, P).$$

J'ai donc cherché à étudier une relation plus simple

$$\Phi(a, \Theta, P) = o$$

c'est-à-dire à chercher la relation qui, pour un alcool déterminé, existe entre ces trois variables.

Il n'y a, à ma connaissance, que deux travaux sur ce sujet, parus dans les Poggendorf Annalen, celui de Wulner et celui de Konowalow. Le premier fournit peu de données, le second pèche par la base en ce sens que l'auteur fait ses expériences sur un poids de liquide très petit, comparable au poids des vapeurs produites, et que, par suite, il ne peut savoir, comme il le croit, la composition du liquide auquel correspondent les mesures faites. Ses résultats ne sont donc qu'approximatifs, et, soit pour ce fait, soit parce qu'il aura corrigé les données expérimentales, quand elles lui paraissaient anormales, il n'a pas vu la discontinuité du phénomène.

Pour ne pas allonger inutilement cette note, je donnerai seulement le principe très simple de mon appareil, que toute personne habituée à l'expérimentation pourra reconstituer facilement.

L'appareil consiste essentiellement en une pompe à mercure d'Alvergniat, dont l'ampoule A a une capacité de 150 centimètres cubes : cette ampoule communique à la

partie supérieure : 1° par un tube de 5 millimètres de diamètre, avec un manomètre à air libre formé de 2 tubes de 13 $^{m}/^{m}$ de diamètre *B* et *C*. (Le tube *B* porte un trait de répère à sa partie supérieure, le tube *C* est pourvu d'une graduation en millimètres, dont le 0° correspond exactement au trait de repère du tube *B*) ; 2° par un tube capillaire recourbé en syphon renversé avec une cloche *D* plongeant dans une cuve à mercure et fermée en haut par un robinet *d*, et par un 2^{e} tube capillaire *E*, muni d'un robinet *e* avec une trompe à mercure *F* ; enfin entre le robinet *e* et la prise de la trompe à mercure *F* est piqué un tube muni d'une pince à vis, permettant de mettre l'appareil en communication avec un ensemble de tubes desséchants. L'ampoule *A* et le haut du tube *B* sont plongés dans un réservoir *R* muni de deux glaces parallèles, que l'on peut chauffer à volonté et maintenir à température constante, grâce à un thermo-régulateur de Schlœsing. Les trois tubes *A*. *B*. *C*. peuvent être isolés du vase à pression contenant le mercure *G* par des pinces à vis *a*, *b*, *c*. Enfin, pour garantir l'étanchéité des robinets *d* et *e*, on les plonge dans une garniture de mercure. Le flacon à mercure *G* est soulevé par un petit travail muni d'un encliquetage, on peut donc l'amener à 1$^{m}/^{m}$ près de la position voulue, et comme il est supporté par un plan incliné soulevé par le treuil, on peut amener très facilement le niveau du mercure à coïncider avec le trait de repère du tube *B*, en agissant d'abord sur le treuil, puis en déplaçant le flacon *G* sur son plan incliné.

Le mode opératoire est très simple : le réservoir *R* étant porté à une température voisine de 100°, on fait plusieurs fois le vide en abaissant le vase *G* et chassant l'air par le robinet *e*, enfin on fait le vide sec dans cet appareil. Pendant ce temps, on a fait passer dans la cloche *D* 150^{cc} environ du mélange à étudier, préalablement privé de gaz dissous par

ébullition dans un récipient Doyère en communication avec un réfrigérant ascendant. Le vide obtenu, on fait passer un peu du liquide dans l'ampoule *A*, tout en maintenant le tube *B* plein de mercure, on lave le tube *A* avec ce liquide, et on fait le vide par la trompe ; puis on fait entrer par aspiration le liquide de la cloche *D* dans l'ampoule *A*, on abaisse le vase *G* pour faire le vide, il se produit une ébullition vive qui chasse les dernières traces de gaz dissoutes, on relève rapidement le vase *G* et l'on vérifie si quelque bulle d'air ne s'est pas dégagée ; dans ce cas, on l'expulse par le robinet *c*, et l'on recommence la même opération ; quand on ne constate plus la présence d'aucune bulle de gaz, on fait une dernière fois le vide, et l'on remplit de mercure tout le tube capillaire par la manœuvre du robinet *d*. On remonte lentement le vase *G* jusqu'à ce que le liquide ne laisse en *A* qu'une chambre à vapeur de quelques centimètres cubes, et l'on est assuré d'avoir introduit dans l'appareil un volume assez grand de liquide privé de gaz pour que toutes les opérations indiquées n'aient pas fait varier sa composition d'une quantité appréciable. Le tube *A* est définitivement séparé par sa pince inférieure du restant de l'appareil, puis on règle la température du bain *R* par le régulateur Schlœsing, et on amène le niveau du mercure en *B* à coïncider avec le trait de repère. Quand le thermomètre placé dans le réservoir *R* est constant et que le niveau en *B* est stationnaire au répère, on lit la pression indiquée par le manomètre, puis on fait les corrections ordinaires de température et de pression atmosphérique et l'on a la pression vraie.

On abaisse la température, on rétablit de nouveau l'équilibre, et l'on obtient une nouvelle tension, sans que la composition du liquide ait varié d'une quantité appréciable.

C'est ainsi qu'ont été obtenus, dans le cas de mélanges d'eau et d'alcool éthylique, les nombres du tableau suivant :

DEGRÉS GAY-LUSSAC.	TENSIONS EN MILLIMÈTRES DE MERCURE DES MÉLANGES D'EAU ET D'ALCOOL ÉTHYLIQUE. TEMPÉRATURES.													
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°
	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
0°	31	42	55	71,5	92	117,5	149	187	233	289	354	433	525	634
6,9	39	51	68	90	117,5	153	195,5	245	302	368	452	552	662,	780
13,9	46	60	80	106	138	183	234	289	354	432	525	627	742	885
22,3	53	70	92	120	157	202	254	312	384	473	573	693	836	
32,1	60	77	101	131	172	218	274	328	418	514	623	752	900	
39,4	64	84	109	142	184	233	292	361	446	550	658	786		
43,8	66	86	112	146	186	253	321	391	476	576	680	793		
54,6	71	91	116	148	198	260	325	394	481	593	712	840		
59,2	75	95	121	158	219	276	343	412	495	598	725	850		
62,3	75,5	99	131	170	219,2	278	344	412	502	618	745	890		
75	76,5	100,5	132,5	175,5	219,5	280,6	347	429	522	627	752	909		
88,6	77	101	133	172	219,5	281,5	349	438	539	650	798	929		
100?	78	102	133,5	173	220	282	350	441	545	652,5	412	960		

Notons, pour quelques mélanges, les points intermédiaires :

DEGRÉS GAY-LUSSAC	TEMPÉRATURES.						
	43°2	47°5	49°8	64°	67°5	67°7	83°6
43°8			184 m/m			438 m/m	752 m/m
54,6		168 m/m			439 m/m		
59,2	138 m/m			400 m/m			

Si le lecteur veut bien traduire ces relations par des courbes, il trouvera que de 0° G. L. aux environs de 40° G. L., on obtient des courbes paraboliques continues, se rapprochant rapidement à mesure que le degré alcoolique du liquide étudié augmente ; que de 65° à 100° G. L. on obtient encore des courbes continues, qui se rapprochent de plus en plus, dans la température moyenne à mesure que le titre alcoolique augmente, jusqu'à presque se confondre au voisinage de la température de 60° pour les titres élevés, puis se séparent quand les températures sont supérieures à 65°.

Lorsque les titres sont compris entre 62 et 43°, les courbes sont discontinues et tendent à se traduire par deux courbes paraboliques raccordées par une ligne droite. Nous trouvons donc là une preuve plus directe de la décomposition du mélange alcool et eau, en deux mélanges ayant leurs tensions distinctes. Il est probable (je n'ose aller plus loin) que cette décomposition ou dissociation a une relation nette avec le fait connu d'un maximum de contraction du mélange.

Si nous poursuivons plus loin notre étude, nous pouvons, étant données les tables précédentes, ou les courbes qui en dérivent ayant pour abscisses les températures, et

pour ordonnées la pression correspondant aux différentes compositions, résoudre l'équation

$$\varphi\,(a, \Theta, P) = o$$

en nous donnant comme variables indépendantes Θ et a et P comme 3e variable.

Nous obtiendrons ainsi un nouveau tableau, ou pour chaque valeur a, prise comme abscisse, P sera une ordonnée, pour une valeur fine de Θ.

Ce sera le tableau suivant :

TEMPÉRATURE.	PRESSIONS DE VAPEUR DANS LE CAS DE DEGRÉS									
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
30°	31,5	37	42	46,5	50,5	54,8	58,5	61,5	64,5	69,5
35	41,8	49	55	61	66,5	71,5	76	80,5	84	87,5
40	54,9	65	73,5	83	89	94,5	100	104,5	109,5	113
45	71,4	84,5	98	108	116,5	123	129	135,5	142	146
50	92	110,5	127	141	152	161	168	176	182,5	187
55	117,5	144	167	185	197	207	215	223	236	254
60	148,9	185	210	231	247	259,5	270	281	255	321
65	187,1	230	269	290	306	320	333	346	363	392
70	233	284	325	357	377	394	411	428	449	477,5
75	289	350	397	433	461	486	506	528	553	587
80	354	426	490	531	564	590	615	641	665	685
85	433	523	580	628	672	710	740	764	782	797
90	525	685	697	757	812	854	885			
95	634	730	834	925						

Ces tracés présentent un certain nombre de points singuliers, qu'il est important de signaler, car ils se tra-

duisent sensiblement par deux courbes à tangentes parallèles, raccordées par une ligne droite. Je ne donne pas les nombres suivants comme absolument exacts, puisqu'ils dérivent de résultats expérimentaux traduits deux fois de suite par une interprétation graphique. Cependant cette interprétation graphique est directe, et si quelque erreur expérimentale s'est produite, elle ne pouvait introduire dans des expériences différentes une erreur systématique.

DE MÉLANGES D'ALCOOL ÉTHYLIQUE ET D'EAU.

GAY-LUSSAC.

50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
71	75	75,5	76	76	76,5	77	77	77,5	78	78,5
89	91,5	96	99	100	100,5	101	101,3	101,6	101,8	102
114,5	116,5	124	131	132	132,5	133	133,3	133,6	133,9	140
148	149	162	173	174	175,5	177	177,5	178	178,5	179
190	200	218	220	220,5	220,5	221	.....	.....	.....	221,5
257	262	277	278,5	280	280,6	281	»	281,5	»	282
323	328	343	344	346	347	348	»	349	»	350
393	397	412	419	424,5	429	433	436	438,5		441
479	482	497	506	514	522	529	535	540	544	545
589	593	604	609	617	627	635	645	651	652	653
700	713	717	727	735	752	760	772	783	796	801
812	828	867	892	900	907	914	922	933	946	960

Les points singuliers dont il est question sont indiqués par le tableau ci-après :

TEMPÉRATURES.	PRESSION DES VAPEURS. DEGRÉS GAY-LUSSAC.									
	43°8	44°	53°	54°	54°6	57°6	58°4	59°	62°	63°2
40°							118		131	
45						150				
50			191						220	
55	253									
60	320			324,5						
65	391									
70		477			480					
75								596		
								720		726

Dans ces courbes, les points singuliers sont naturellement compris, comme pour les précédentes, entre 40° G. L. = 33,4 °/₀ et 70 °/₀ G. L = 62,4 °/₀.

Pour les températures basses, l'ensemble de la courbe est peu incliné sur l'horizontale à partir de 40°. A mesure que la température croît, le début de la courbe s'incline d'abord fortement, puis il se présente une inflexion très accentuée et entre les températures 40 et 70°, on trouve un raccordement rectiligne avec une nouvelle branche présentant sa concavité vers le bas, et dont l'inclinaison très faible d'abord, croît assez rapidement surtout quand on dépasse la température de 75°.

Or, si l'on se reporte à ce que j'ai dit, pages 97 et suivantes de mon livre sur la distillation et rectification industrielle, dont j'ai fait récemment hommage à la Société, on voit que si les courbes représentatives des pressions observées à température constante vont en s'élevant quand le titre du liquide croît, la vapeur est plus riche que le liquide

générateur ; que si la courbe se confond avec une horizontale, le titre des vapeurs devient constant. On ne peut rien inférer de là en ce qui concerne en chaque cas la richesse absolue des vapeurs relativement à celle du liquide générateur, mais il semble légitime d'admettre que la richesse croît d'autant plus vite que l'inclinaison de la courbe est plus grande. Je n'ai pas eu le temps de vérifier directement cette hypothèse. Mais on peut conclure qu'elle est exacte par la comparaison des produits de la distillation de mélanges d'eau et d'alcool à des pressions différentes. L'exemple suivant montre que la richesse est d'autant plus grande que la pression est plus élevée.

RICHESSE centésimale en poids du mélange d'eau et d'alcool.	COMPOSITION DES VAPEURS.				CAS DE L'ALCOOL à 760 m/m	
	PRESSION 760 m/m		PRESSION 845 m/m		Méthylique.	Propylique.
		Diff.		Diff.		
0/0	0/0		0/0		0/0	0/0
10	48,79	11,39	62	6,4	38	55,3
20	60,18	3,28	68,4	3,1	59,5	64,5
30	63,46	3,51	71,5	3,1	70	66,3
40	66,97	3,72	74,6	3,1	75	67,7
50	70,69	3,96	77,7	3,0	77,7	68,7
60	74,65	4,75	80,7	3,1	78,4	69,5
70	79,40	5,39	83,8	3,6	84,8	70,1
80	84,79	6,28	87,4	4,2	88,8	75,4
90	90,97		91,6		92,2	84,1

L'examen de ce tableau montre que l'allure générale de la courbe présente toujours la même particularité d'une

ligne droite de raccordement. Mais il en ressort un fait assez curieux, c'est qu'avant cette droite de raccordement une augmentation de pression agit comme si le corps se transformait en un homologue plus élevé, au-delà comme s'il se transformait en un homologue inférieur. La droite de raccordement appartient à l'hypothèse d'un homologue supérieur puisqu'elle est d'autant moins élevée et plus longue que la pression est plus élevée.

En tout cas, ces observations éliminent complètement l'hypothèse d'une combinaison chimique, puisque de faibles variations de pression modifient aussi complètement la composition des vapeurs précisément au voisinage du titre qui correspond à la contraction maxima, et à la constance apparente de composition des vapeurs. Peut-être toutefois en arrivant à des pressions plus élevées trouverait-on une véritable combinaison, tandis que nous n'observons que des phénomènes de dissociation.

Ces considérations présentent un intérêt scientifique assez restreint. Je pense qu'il en est autrement au point de vue industriel, car les grands appareils à distiller et à rectifier, travaillent actuellement entre les limites de pression que je viens d'étudier.

(*a*) Prenons le cas de la distillation simple. J'ai montré page 117 (l. cit.) qu'on obtient la quantité $(1000 - p)$ à distiller pour ramener le titre initial T à un titre t par la relation :

$$\text{log. nep.}\ \frac{p}{1000} = -\int_t^T \frac{dt}{U = t}$$

Comparons les valeurs de $\frac{1}{U - t}$ pour les mêmes valeurs de t quand la pression est égale à 760 $^{m}/^{m}$ ou à 845 $^{m}/^{m}$. C'est ce que donne la table suivante :

TITRE pondéral. t	Valeurs de $\frac{1}{U-t}$		
	PRESSION 760 m/m. (A)	PRESSION 785 m/m. (B)	RAPPORT. B : A
0/0			
10	0,0259	0,0192	0,741
20	0,0249	0,0206	0,827
30	0,0298	0,0241	0,809
40	0,0371	0,0289	0,778
50	0,0483	0,0361	0,747
60	0,0683	0,0483	0,707
70	0,1064	0,0724	0,680
80	0,2087	0,1351	0,647
90	1,0309	0,6250	0,606

Ainsi, d'une façon générale, dans la distillation simple, à une augmentation de pression correspond une augmentation notable de la vitesse d'épuisement. D'où économie de temps et de combustible. De plus si le corps à distiller contient, comme les vins ou les cidres, des principes de queue intéressants à recueillir, il y aura plus rapidement entrainement, puisque le titre alcoolique sera promptement plus petit et que la température sera plus élevée.

(*b*) Etudions maintenant le cas d'une colonne de distillation continue simple : ... j'ai montré (l. cit., p. 221), que l'on peut déterminer l'allure de la colonne en construisant deux courbes ayant pour équation :

$$(1)\quad y = \frac{1}{t_n} + m\,\frac{C_n}{t_n} \qquad (2)\quad y - \frac{1}{U_n} + m\,\frac{L_n}{U_n}$$

dans lesquelles on prend pour abscisses les valeurs de t où

U est le titre correspondant au titre t, C_n la chaleur totale des liquides bouillants, L_n la chaleur totale des vapeurs produites et où l'on pose :

$$m = \frac{a\,L_e - e\,C_a}{e - a} = \frac{\frac{L_e}{e} - \frac{C_n}{a}}{\frac{1}{a} - \frac{1}{e}}$$

a étant le titre du liquide alimentaire, C_a sa chaleur, e le titre des vapeurs sortant de la colonne, L_e leur chaleur totale. Les valeurs $\frac{C_a}{a}$ et $\frac{1}{a}$ sont donc indépendantes de la pression de la colonne ; il est clair que e augmente avec la pression, et nous voyons (p. 223) que $\frac{L_e}{e}$ diminue quand le titre augmente. Donc m va en diminuant quand la pression augmente.

Si la colonne est à barbotteurs donnant une forte résistance, il est clair que pour chaque plateau nous aurons une valeur de m d'autant plus faible que le plateau sera plus bas dans la colonne.

Les ordonnées de la courbe (1) ne seront touchées que par la valeur de m, et encore C_a croîtra légèrement, puisque la température aura légèrement cru, mais celles de la seconde sont diminuées à la fois, dans leurs deux termes : l'écart vertical entre les deux courbes sera donc augmenté et à fortiori l'écart horizontal : donc une augmentation de la pression de régime déterminera un épuisement plus rapide des plateaux de la colonne. Cette augmentation peut se produire soit en établissant un diaphragme à la sortie de la colonne et modifiant le régulateur de façon que la nouvelle pression puisse être atteinte sans restreindre l'arrivée de la vapeur, soit en agissant simplement sur

le régulateur. Dans le second cas, il est évident que, fournissant plus de vapeur, on épuise plus vite, mais que la dépense augmente et le degré de l'alcool recueilli diminue ; on pare à ce défaut en augmentant l'alimentation jusqu'à ce que l'appareil cesse d'épuiser ou menace de s'engorger. On obtient ainsi d'un appareil donné, le maximum de rendement.

Le premier cas est plus délicat : je doute qu'on l'ait employé industriellement. Augmentons la résistance du diaphragme, de façon à amener la pression en haut de l'appareil à être 845 $^{m}/^{m}$, par exemple, et donnons au régulateur de vapeur une hauteur telle que l'appareil puisse encore fonctionner, nous supposerons qu'il n'y a pas de résistances intérieures faisant croître la pression de haut en bas.

Etudions l'épuisement d'un liquide à 5 °/₀ d'alcool, entrant à une température telle que sa chaleur totale soit 60 calories, et supposons :

1° l'opération se fait sous la pression 760 $^{m}/^{m}$ et le liquide contenu dans le plateau supérieur est à 10 °/₀ ;

2° l'opération se fait sous la pression 845 $^{m}/^{m}$ et le liquide du plateau supérieur est à 10 °/₀ ;

3° l'opération se fait sous la pression 845 $^{m}/^{m}$ et le liquide du plateau supérieur est à 13 °/₀

(Les températures d'ébullition [1] indiquées ci-dessous, ne sont qu'approximatives).

Les nombres suivants nous permettent d'étudier le problème.

[1] Température approximative d'ébullition.

	PRESSION 760 m/m.	PRESSION 845 m/m.		PRESSION 760 m/m.	PRESSION 845 m/m.
13°	89°80	91	4	95,9	98
10	91	93	2	98,2	101
8	92,6	94,5	0	100	103
6	94,2	96			

	1er CAS.		2e CAS.		3e CAS.
Alcool au 1er plateau.....	10 °/₀		10 °/₀		13 °/₀
Température d'ébullition.	91		93		91
Alcool à l'éprouvette...	48,77 °/₀		62 °/₀		65 °/₀
Valeur de L..	465,9		420		409,2
Valeur de m..	— 15,8		— 31,2		— 33,3

TITRES aux différents plateaux.	U	C	L	U	C	L
0/0				0/0		
13		97,3	441	65	100,8	409,2
10	48,61 °/₀	100,2	465,9	62	101,8	418
8	43,42	102,2	485,6	60	104,6	428
6	36,98	104	509,6	56	106	445
4	29,62	105	537	51,75	107,9	473
2	17,76	105,4	581,3	42	109,5	501,3

Nous déduisons de là pour les différents titres.

	Valeurs de $\frac{1}{t} + m\frac{C}{t}$			Valeurs de $\frac{1}{\tilde{U}} + m\frac{L}{\tilde{U}}$		
	1er CAS.	2e CAS.	3e CAS.	1er CAS.	2e CAS.	3e CAS.
0/0						
13			— 262,7			— 212,2
10	— 157,9	— 317,6	— 345,0	— 140,1	— 210,3	— 228,4
8	— 200,3	— 408,1	— 443,3	— 176,1	— 222,4	— 241,6
6	— 276	— 550,9	— 597,5	— 218,4	— 249,6	— 271,1
4	— 411,7	— 839,7	— 912,3	— 286,6	— 285,1	— 309,8
2	— 838,5	— 1707,6	— 1855,5	— 518,2	— 371,3	— 403,4

On voit que les deux courbes correspondant au cas de la pression ordinaire forment un pinceau beaucoup plus serré que les deux autres couples ; par suite la pression favorise de beaucoup l'épuisement. Le titre des vapeurs étant aussi plus élevé dans le second cas, la dépense de vapeur est beaucoup diminuée.

(*c*) Examinons le cas d'une colonne de concentration, ou de rectification.

La succession des plateaux est donnée par la construction des deux courbes :

$$y = \frac{X - C}{e - t} \qquad y = \frac{X - L}{e - U}$$

où C, L, t, U ont la même signification que ci-dessus, et où X représente le nombre de calories enlevées par les vapeurs au haut de la colonne pour 1 kilogramme de liquide coulant à l'éprouvette. Comme dans le cas précédent, nous chercherons les abscisses des poids des deux courbes, ayant même ordonnée.

Les tables nous donnent les valeurs suivantes :

TITRES.	PRESSION 760 m/m.				PRESSION 845 m/m.			
	Θ	*C*	*U*	*L*	Θ	*C*	*U*	*L*
0/0			0/0				0/0	
10	91°4	100,2	48,67	465,9	93°	101,8	62	418
20	87,0	92,0	60,19	418,2	89,5	95,4	68,4	393
30	84,6	87,5	63,51	405,2	86,5	89,7	71,5	376,9
40	83,1	83,5	66,97	391,5	86,0	86,5	74,6	366,7
50	81,9	79,5	70,65	376,8	84,7	83,1	77,7	354,4
60	81	75,6	74, 6	361,5	83,8	78,3	80,7	342,4
70	80,2	71,5	79, 4	343,2	82,2	73,4	83,8	328,3
80	79,4	66,6	84, 9	323,5	81,8	69,0	87,4	316,7
90	78,9	61,2	91	300	81,5	63,9	91,6	300,5

Prenons les valeurs $X = 1440$ et $e = 95{,}35\ ^{0}/_{0}$ qui conviennent pour un bon appareil, nous trouvons les valeurs suivantes pour nos deux fonctions :

TITRES.	Valeurs de $\frac{X - C}{e - t}$		Valeurs de $\frac{X - L}{e - U}$	
	PRESSION 760 m/m.	PRESSION 845 m/m.	PRESSION 760 m/m.	PRESSION 845 m/m.
0/0				
10	15,70	15,68	20,84	30,82
20	17,88	17,84	29,06	38,85
30	20,69	20,66	32,50	44,57
40	24,49	24,47	36,94	51,72
50	30	29,92	42	61,50
60	38,59	38,52	51,98	74,92
70	53,97	52,90	68,77	96,25
80	89,47	88,66	106,84	141,29
90	257,72	257,23	262,07	303,07

Si maintenant nous comparons les deux pinceaux de courbes correspondant aux pressions étudiées, nous voyons que pour une même dépense de chaleur au condenseur, ils diffèrent notablement. Le pinceau est d'autant plus étalé dans les hautes richesses alcooliques que la pression est plus forte. En d'autres termes, dans les parties supérieures d'une colonne de rectification ou de concentration, il y aura une décroissance d'autant plus rapide des titres que la pression sera plus forte. Si l'appareil fonctionne par barbottage, la pression augmente de plateau en plateau à partir du haut, par suite on observe des différences supérieu-

res à celles qu'indique un calcul préliminaire où l'on fait abstraction de la pression. C'est ce que revèle la pratique.

Si l'on se propose simplement d'obtenir de l'alcool concentré, il y a donc intérêt à augmenter la pression, puisqu'avec un moins grand nombre de plateaux on atteindra la concentration voulue, et on obtiendra un épuisement plus rapide.

La question change de forme s'il s'agit de rectifier. J'ai montré en effet (loco cit.) que la séparation de l'alcool pur et des impuretés ne peut se faire nettement que si un grand nombre de plateaux sont au maximun de concentration. Cela est dû à ce qu'un certain nombre d'impuretés ont un coefficient d'entraînement à peine inférieur à l'unité, et passeraient pendant toute l'opération si un grand nombre de plateaux n'étaient pas au maximum de concentration. Il faudrait donc pour éviter cet entraînement augmenter la valeur de X, c'est-à-dire la dépense de chaleur.

Par contre, les dernières impuretés caractéristiques des *têtes* sont d'autant plus longtemps retenues que le nombre de plateaux au maximum de concentration est plus grand.

Nous arrivons donc, dans le cas de la rectification discontinue, à cette conclusion théorique vérifiée par la pratique : plus la pression est élevée, moins longue est la période des têtes, mais moindre est la qualité de l'alcool.

Il y a, par suite, pour les producteurs d'alcool très fin, intérêt à diminuer le plus possible la pression d'un rectificateur. J'ai d'ailleurs montré (loco cit.) que par une injection d'air pratiquée pendant les premières heures on peut bien hâter l'élimination des corps de tête.

On arrive à une autre conclusion dans le cas de la rectification continue.

Le plus souvent on fait deux opérations distinctes, l'une appelée *épuration* qui a pour but d'éliminer les corps de

tête, l'autre *rectification* où l'on extrait d'une part le reste des corps de tête, d'autre part de l'alcool sensiblement pur, et en un autre point les corps de queue.

Il est clair que, dans l'épurateur, nous aurons intérêt à porter la pression à une valeur élevée pour hâter l'élimination des corps de tête et faciliter celle des corps de queue les plus entraînables. Nous pourrons même aider à cette élimination par l'emploi d'une injection d'air et par une condensation fractionnée.

Mais dans le rectificateur proprement dit, il faudra éviter la pression, pour maintenir le plus possible dans les régions basses toutes les impuretés de queue. Bien que je n'aie pu encore faire d'expériences aux pressions inférieures à la pression atmosphérique, il paraît probable que l'on aurait avantage à travailler sous une faible dépression.

TROIS POISSONS RARES

A CHERBOURG

PAR

Mr Henri JOUAN.

LE CERNIER.

Polyprion cernium Cuv. et Val.

Amphiprion americanus Bloch.

Epinephelus oxigenius Bloch (d'après les notes de Forster.)

Perca prognatha Forster.

Cernier à Marseille.

Il y a déjà quelques années — le 26 octobre 1893 — on apportait au marché de Cherbourg une dizaine de poissons pris non loin de la côte d'Angleterre, dont les pareils n'ont pas été revus depuis : nos marchandes et nos pêcheurs, même les plus âgés, ne les connaissaient pas. Leur aspect général rappelait les *Serrans* (famille des Percoïdes), et, en les examinant de plus près, il était facile de reconnaître en eux l'espèce connue à Marseille sous les noms de CERNIER, CERNIER BRUN, le *Polyprion cernium* de Cuvier et Valenciennes, de la même grande famille, décrit et figuré, tome III de l'*Histoire générale des Poissons* de ces deux auteurs. Philip Henry Gosse en donne également une figure dans son petit ouvrage sur la Faune marine des Iles Britanniques[1], accompagnée d'une description très sommaire. Sur ces deux dessins, le corps du poisson est marbré sur les flancs de taches irrégulières, nuageuses, d'après les descriptions noirâtres sur un fond blanchâtre.

[1] *A Manual of Marine Zoology for the British Isles*, Londres, 1856.

Ces macules disparaissent à mesure que l'animal avance en âge ; ceux qui ont paru sur notre marché n'en montraient pas de traces ; ils avaient les parties supérieures du corps noires, tirant un peu sur le violet ou le brun, et se fondant en gris et en blanchâtre sur les flancs et le ventre.

Ce sont sans doute ces taches qui avaient conduit Bloch à créer, pour ce poisson, un genre particulier, *epinephelus,* auquel il ajoutait l'épithète spécifique *oxygenius*. Lacépède rejette ce genre et décrit sommairement l'espèce sous le nom d'*Holocentre épinéphèle*[1], habitant la mer qui baigne la Jamaïque.

Le Cernier est commun dans la Méditerranée où, dit-on, il arrive à la longueur de deux mètres, aussi peut-on être surpris que Rondelet et Belon n'en parlent pas. Les exemplaires apportés à Cherbourg mesuraient, en moyenne, 0^{m}45.

D'après Risso *(Ichthyol. de Nice),* le Cernier se tiendrait toute l'année sur des fonds de roches, à de *très grandes profondeurs* : ce ne serait pas le cas de ceux dont il est question ici, la profondeur, dans la Manche, n'ayant nulle part rien d'excessif.

Dans un travail très documenté sur les poissons du Golfe de Gascogne[2], M. Eug. Lemarié ne le cite pas ; cependant, selon Cuvier et Valenciennes, ce serait un de ces poissons qu'on peut appeler *cosmopolites,* ou, du moins, un de ceux dont le genre se retrouve dans des parages très éloignés les uns des autres, sous des formes très semblables, tellement semblables, pour le cas du *Polyprion cernium*, qu'il est plus que probable que le genre ne comporte que cette espèce. Les deux grands naturalistes

[1] *Histoire naturelle des Quadrupèdes ovipares, Serpents, Poissons et Cétacés.*

[2] *Poissons des départements de la Charente, de la Charente-Inférieure, des Deux-Sèvres, de la Vendée et de la Vienne,* Niort et Saint-Jean-d'Angely, 1866.

cités n'ont pu découvrir de différences spécifiques entre des individus de la Méditerranée et d'autres rapportés du Cap de Bonne-Espérance. Le Cernier aurait été aussi reconnu « dans l'Amérique du Nord, le Golfe du Mexique, sur les côtes de l'Amérique méridionale depuis l'embouchure du Rio de la Plata jusqu'au Chili, en contournant le Cap Horn. On le retrouve de l'autre côté du Grand-Océan, à la Nouvelle-Zélande[1] ». Le poisson signalé dans cette contrée par Forster, il y a plus d'un siècle, sous le nom de *Perca prognatha*[2], ne différerait pas du Cernier des Marseillais.

Sur ce poisson, la plus grande hauteur du corps est contenue trois fois dans la longueur. La longueur de la tête est un peu moindre que la hauteur du corps. La ligne latérale suit à peu près la courbure du dos; en avant elle passe à peu près au quart de la hauteur du corps.

La tête est un peu aplatie, ridée, rude au toucher. Sur le dessus de la tête sont appliqués, collés symétriquement, deux faisceaux d'arêtes saillantes disposées en palmettes, et de telle façon que les deux brins extérieurs sont écartés et les autres très serrés. Au bord antérieur de ces faisceaux, on remarque quelques tubercules, et il en part, en avant, quatre arêtes écartées, deux de chaque côté. Les bords des orbites sont âpres, rugueux, pour ainsi dire dentelés, surtout à leur partie supérieure. Le premier sous-orbitaire est un peu dentelé ; le préopercule, montant verticalement, l'est fortement, surtout à son angle. Une arête,

[1] D'Orbigny : *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle;* — *article* Cernier, Valenciennes.

[2] Dans les deux visites que j'ai faites à la Nouvelle-Zélande (1861, 1862), je ne me souviens pas d'avoir remarqué particulièrement ce poisson; c'est peut-être le *Moki* des naturels, « Merlus », « Haddock » des colons, qu'Anderson, (3me voyage de Cook) indique comme ayant le corps brunâtre et pesant de 2 à 3 kilogrammes.

saillante et âpre, traverse l'opercule depuis son articulation jusqu'à sa pointe qui est forte et aiguë. La moitié inférieure du sub-opercule et tout l'opercule ont leur bord finement dentelé. L'os sur-scapulaire l'est aussi un peu, ainsi que le bas de l'huméral[1]. La nuque est carénée.

La partie molle de la nageoire dorsale est plus élevée que la partie épineuse dont les rayons sont forts. Le rayon épineux des ventrales est dentelé antérieurement. Les pectorales, de grandeur moyenne, arrondies. La caudale est coupée à peu près carrément, bordée en arrière d'un étroit liseré blanchâtre.

Les écailles sont petites, âpres à leurs bords, elles empiètent sur les parties molles de la dorsale et de l'anale. La nuque, les joues, le museau en sont garnis ; il n'y a de nu que les lèvres, le dessus de la tête et une partie du sous-orbitaire.

Les nombres sont :

$$\text{B. } 7 - \text{D. } \frac{11}{11} \text{ ou } \frac{11}{12} - \text{A. } \frac{3}{8} \text{ ou } \frac{3}{9} - \text{P. } 17 - \text{V. } \frac{1}{5}.$$

Le Cernier est apprécié à Marseille pour la délicatesse de sa chair. Il en a été de même à Cherbourg de la part des personnes qui en mangèrent sur l'assurance que je leur donnai — d'après ce que j'avais lu — qu'il n'était pas nuisible.

LA PEAU BLEUE.

Carcharias glaucus Cuv.
Squalus glaucus L., Bloch.
Blue Shark des Anglais.
Peau bleue en Bretagne.
Le Chien de mer bleu. *Squalus glaucus, S. fossulà trian-*

[1] Ces rugosités, ces âpretés, ces dentelures s'adouciraient avec l'âge, comme chez les autres poissons. (Cuv. et Val., *loc. cit.*).

gulari in extremo dorso ; foraminibus nullis ad oculos. Bonnaterre (Encycl. Méth.).

Dans les derniers jours d'octobre 1897, on apporta à la poissonnerie deux Squales de taille moyenne, dans lesquels les parties supérieures du corps d'un beau bleu, tranchant avec le blanc éclatant, argenté du ventre, faisaient reconnaître, au premier coup d'œil, le *Carcharias glaucus*. Deux jours après, on en apporta un troisième, long d'un peu plus de deux mètres. Les trois individus étaient des femelles.

Cette espèce ne se voit que très rarement sur notre littoral. M. Lemarié (*loc. cit.)* la signale comme commune dans le golfe de Gascogne, mais rare près des côtes.

La *Peau bleue* se distingue du Requin proprement dit par le manque de dentelures à ses dents. Les nageoires pectorales se terminent en pointe, le lobe supérieur de la caudale, plus long que l'inférieur, également. Une petite fossette triangulaire à l'extrémité supérieure de la queue.

On trouve dans les différents auteurs — qui ont copié les uns sur les autres? — qu'on voit des Peaux bleues longues de cinq mètres ; cela mériterait confirmation. En tout cas, ces grands individus ne doivent pas être très communs, la taille des plus longs, parmi ceux qu'on prend, dépassant rarement deux mètres, ou deux mètres quarante centimètres.

LE FLÉTAN.

Hippoglossus vulgaris Günth.

Pleuronectes hippoglossus L., Lacép., Cuv.

Le Flet. *Pleuronectes hippoglossus. P. oculis dextris ; corpore toto glabro ; pinnâ caudali subrotundâ.* Bonnaterre (Encycl. Méth.)

Holibut des Anglais.

Dans le courant du mois d'avril 1898, on a apporté au

marché, à deux jours d'intervalle, deux *Flétans*, longs de 0m80 environ. C'était la première fois, depuis près de quarante ans que je fréquente assidûment notre poissonnerie, que j'y voyais cette espèce représentée.

Le Flétan est un poisson de l'Atlantique-Nord, commun en Norvège, en Islande, à Terre-Neuve ; il parvient à une très grande taille ; on en aurait pris mesurant en longueur près de six mètres, et ne pesant pas moins de 150 kilogr.[1], et même de 200 kilogr. [2]

Ph. Henry Gosse [3] le signale dans la mer qui baigne les rivages des Iles Britanniques. Il ne semble pas être commun dans nos parages. Emile Moreau [4] le signale comme « assez rare dans la Manche ». H. Gadeau de Kerville [5] (d'après une lettre d'Eugène Eudes-Deslongchamps) ne cite que « trois ou quatre Hippoglosses Flétans pris sur la côte du Calvados ». A. E. Malard [6] dit seulement : « Cette espèce, citée au Havre, *doit* exister également à Saint-Vaast. Je n'ai pas encore eu l'occasion de l'observer ».

D'après Eug. Lemarié [7], il paraîtrait près des côtes, du printemps à l'automne, dans le Golfe de Gascogne.

Mai 1898.

[1] Lacépède : *Histoire naturelle des Poissons.*

[2] Bonnaterre : *Encyclopédie Méthodique ; Ichthyologie.*

[3] *A Manual of Marine Zoology for the British. Isles,* T. 2, p. 170 (Figuré).

[4] *Histoire naturelle des Poissons de la France.*

[5] Faune de Normandie. Fascicule IV, 1897, p. 399-400. — M. Gadeau de Kerville ne considère, comme appartenant à la Faune marine de Normandie, que les espèces capturées dans une zône — *toute conventionnelle* — large de 12 kilomètres à partir du rivage.

[6] *Catalogue des Poissons des côtes de la Manche dans les environs de Saint-Vaast.* « Bulletin de la Soc. Philomatique de Paris, 1890. »

[7] *Poissons des départements de la Charente, de la Charente-Inférieure, des Deux-Sèvres et de la Vienne,* Niort, Saint-Jean-d'Angely, 1866.

ÉTUDES

SUR LA

CONSERVATION DES VINS MOUSSEUX

PAR

Mr L. MATHIEU.

PRÉLIMINAIRES.

Dépréciation des vins d'expédition ; défauts et accidents ; classification ; cas curieux de vin mousseux noir.

Une bouteille de vin mousseux qui, après le dégorgement et le dosage par la liqueur d'expédition, semble réunir toutes les perfections, saveur et bouquets délicats, limpidité absolue, mousse fine, abondante, avec cordon persistant, est susceptible quelquefois d'éprouver une série d'atteintes qui la déprécient notablement ; c'est donc là un sujet qui intéresse autant les négociants que les consommateurs et les intermédiaires. Il est assez difficile d'établir une classification de ces accidents basée sur les seuls caractères organoleptiques, car, en général, diverses propriétés du vin sont modifiées simultanément ; cependant, pour nous guider parmi les nombreuses causes qui peuvent agir, nous grouperons ces accidents suivant leurs effets principaux, lesquels d'ailleurs correspondent assez bien aux désignations habituelles de ces altérations, soit en :

1° Modifications anormales de la saveur et du bouquet ;

2° Pertes de mousse avec ou sans perte de vin ;

3° Troubles du vin.

Nous rapporterons dans ce qui va suivre les exemples et les faits qu'il nous a été donné d'observer personnellement ou qui nous ont été communiqués par des témoins dignes de foi ; ces faits, pour la plupart, sont choisis parmi un grand nombre d'autres recueillis en vue d'un ouvrage plus général [1].

Il eût été rationnel d'examiner d'abord les anomalies de couleur que peuvent présenter les vins mousseux, mais ces variations se produisent toujours accompagnées d'un trouble ou d'une modification de la saveur (vins jaunes, etc.). Cependant, il paraîtrait que ce n'est pas une règle absolue, d'après l'exemple suivant qui nous a été signalé par l'un des intéressés et qui constitue un très curieux cas de *noircissement temporaire* de vin mousseux ; ce vin avait été expédié par une très ancienne maison de Champagne à un de ses clients habituels d'Allemagne ; ce dernier fit part de sa déconvenue à la maison expéditrice en lui annonçant que le vin, quelques semaines après sa réception, était devenu noir comme de *l'encre ;* la maison renvoya une nouvelle livraison et le panier défectueux demeura chez le client ; l'année suivante, le négociant fut tout surpris de recevoir une lettre de son client lui adressant le prix du second panier en l'informant que le vin était parfaitement remis ; la coloration noire, due sans doute à un trouble, avait dû disparaître en formant ensuite un dépôt adhérent au verre, mais de quelle substance ? Laissant de côté ces cas fort rares de changement de coloration, sans variations apparentes de saveur, nous étudierons donc les altérations de la couleur comme annexes de la modification principale et dans l'ordre indiqué plus haut.

---

[1] L. MATHIEU, *Maladies et Défauts des vins.*

PREMIÈRE PARTIE.

MODIFICATIONS DE LA SAVEUR ET DU BOUQUET.

CHAPITRE PREMIER.

MODIFICATIONS INTESTINES NORMALES & ANORMALES.

Mariage du vin et de la liqueur; goût de liqueur, sa disparition. — Oxydation lente : arome normal dû au vieillissement; goût de madère, de mildiou, de vieux. — Saveur liquoreuse des vins vieux. — Amertume des vins alcoolisés. — Classification des mauvais goûts étrangers.

Modifications normales. — Le temps produit à la longue une union intime des divers éléments sapides et odorants du vin, *les marie,* pour laisser à la dégustation, une sensation complexe dont les facteurs s'unifient en s'harmonisant, « c'est bien fondu », dit-on ; le *goût de liqueur* ou saveur sucrée, qui prédominait d'abord dans les vins dosés, c'est-à-dire sucrés, s'atténue peu à peu, « le vin ronge sa liqueur » très probablement par la continuation de l'interversion ou dédoublement du saccharose en glucose et lévulose; l'expérience a appris que ces sucres ont une saveur moins puissante que celle du premier ; en particulier le glucose, d'après Dubrunfaut, a un pouvoir sucrant environ trois fois moindre que le même poids de sucre ; cette disparition du goût de liqueur a lieu plus rapidement dans les vins très acides que dans les vins ordinaires, ce qui semble confirmer cette influence de l'interversion ; il est probable qu'il doit aussi se produire une éthérification entre partie de ces sucres, de l'alcool et des acides libres.

Au temps, comme facteur modifiant le vin, il faut ajouter une lente oxydation par l'oxygène de l'air qui pénètre au travers même des meilleurs bouchons ; mais les effets de l'oxydation varient en intensité suivant les vins, et aussi avec les conditions qui favorisent ou entravent l'accès de l'oxygène au contact du vin et son action oxydante : nature du liège, capsulage, goudronnage des bouchons, température et ses variations, lumière, aération et agitation, etc., etc. Comme le système de bouchage adopté pour les mousseux se prête peu au passage des gaz, il en résulte que ces effets sont fort lents et ne deviennent sensibles, le plus souvent, qu'après plusieurs années. Le bouquet du vin, considérablement affiné par la multiplicité des éthers formés, présente souvent alors un léger fumet caractéristique du vieillissement et qui rappelle l'arome d'un madère extrêmement léger ; mais il faut distinguer nettement de ce vieillissement normal, des phénomènes certainement dus aux mêmes causes et qui diffèrent en ce qu'ils se développent beaucoup plus rapidement, ce qui prouve l'influence prépondérante de la constitution du vin.

La saveur et l'odeur du madère apparaissent au bout de quelques mois et bientôt dominent, tandis que le vin devient plat (vin vieux, usé,) par disparition du bouquet et des acides par oxydation ; le plus souvent il jaunit et même se trouble suivant l'intensité de l'accident ; c'est une véritable maladie chimique, due à la présence d'un fort excès d'oxydases soit originaires naturellement du moût, soit apportées par des microorganismes[1] et en particulier par les champignons de la pourriture *(Botrytis cinerea)* ; ces vins doivent être bus de suite, ils sont de mauvaise tenue et par suite peu marchands. Ces cas ont été particulière-

[1] L. Mathieu, *Le Jaune des vins de Champagne, Revue de Viticulture,* tome III, page 453.

ment observés avec les vins originaires de vignes mildiousées, au début de l'invasion quand les traitements cupriques n'étaient pas généralisés, aussi appelle-t-on quelquefois ces vins, *vins mildiousés, vins à goût de mildiou.* Ajoutons que la pointe madérisée due au vieillissement normal est recherchée, comme un caractère de qualité, par nombre de consommateurs qui y voient en même temps un indice de grand âge du vin.

On a également constaté, comme modification très curieuse de la saveur du vin, qu'avec les années le goût sucré de certains vins dosés, c'est-à-dire sucrés, paraît devenir plus intense, ce qui semble contradictoire avec ce que nous disions plus haut de l'atténuation de la saveur sucrée dans les premiers mois ; il est évident que cet accroissement de saveur douce ne saurait être attribué à une modification des sucres, pour lesquels il semble que le seul phénomène possible soit plutôt une diminution par combustion lente ; il paraît plus rationnel d'admettre que cette augmentation apparente est due à la disparition partielle des acides qui s'observe dans le vieillissement de tous les vins, même en bouteille.

Les consommateurs de certains pays exigeant des vins très alcooliques, d'un titre tel qu'il serait un obstacle à la seconde fermentation, on est donc obligé pour les satisfaire, d'employer une liqueur d'expédition alcoolisée pour remonter le titre alcoolique du vin. Cet emploi a entraîné dans plusieurs cas une *saveur amère* anormale ; nous avons été témoin de pareils accidents sur des vins bon marché dont la liqueur avait été alcoolisée par de l'alcool cependant bien rectifié ; on nous a également affirmé que le même fait avait été observé avec l'emploi de cognacs très vieux. Pour le cas observé par nous, il nous a été facile de reproduire à volonté l'amertume et, bien que nous

ne soyons pas encore fixé exactement sur les causes de sa production, elle nous paraît attribuable à une réaction de l'alcool sur les acides libres.

Modifications anormales. — A part la madérisation prématurée et cette saveur amère, ces diverses modifications de la saveur et du bouquet sont normales, mais il peut aussi s'en produire d'autres qui ont une fâcheuse influence sur ces facteurs fondamentaux de la qualité des vins fins, et qui sont causées soit par les bouchons, *goûts de bouchon, goût d'éther, goût de térébenthine, goût de créosote, goût de caoutchouc, goût de gutta-percha,* soit par une exposition défectueuse des bouteilles, *goût d'évent;* soit encore par des accidents, *saveur salée* des vins qui ont été mouillés longuement par l'eau de mer; *goût de fumée,* à la suite d'incendies; *goût d'égout,* à la suite d'inondations, etc., etc.; le verre des bouteilles peut aussi modifier le vin défavorablement. Nous allons étudier ces influences dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II.

MODIFICATIONS DUES AUX BOUCHONS.

§ Ier. — Les Goûts de bouchon.

Classification des goûts de bouchon. — Les goûts de liège : écorces odorantes naturellement; goûts anisés par humidité. — Les goûts de moisi, de pourri, de mucre, de frais; mécanisme de leur production dans les vins non mousseux; rôle protecteur de la capsule, de la coiffe, de la cire. — Goûts de bouchon de tirage; les rebuts; épreuve du vin et du bouchon. — Rôle des lenticelles ou piqûres; comment s'enlève le goût de moisi.

Les *goûts de bouchon* sont de deux sortes, les uns dus au liège même, les autres causés par la présence dans le liège d'un corps odorant étranger, mycélium d'une moi-

sissure, produit provenant de la fabrication du bouchon ou d'un accident. De sorte qu'en réalité, il y a des goûts très divers dus aux bouchons ; on peut les classer en : 1° *goûts de liège,* apportés par la matière même du bouchon ; 2° goûts de *moisi,* de *pourri,* de *frais,* de *mucre,* dus à des mycéliums de champignons ; 3° goûts accidentels, goûts de *phénol,* goût de *créosote,* etc., et 4° goûts par des *bouchons spéciaux*. D'ailleurs ces goûts de bouchon sont un grave inconvénient pour nombre de produits, vins, cidres, bières, liqueurs, sirops, spécialités pharmaceutiques, eaux minérales, etc., etc.

1° Goûts de liège. — Le liège a, en général, l'incomparable avantage de ne rien céder au vin ; cependant, on trouve certaines écorces qui, par suite de la variété ou de l'âge du chêne, du sol ou du climat, abandonnent à la longue au vin des substances odorantes, comme le font certains bois qu'on ne peut employer pour la confection des tonneaux, frêne, mûrier, sapin, etc., et qui donnent des goûts au vin, même après avoir été avinés soigneusement ; il paraît qu'il est impossible, ou tout au moins très difficile, de prévoir à l'avance ce défaut du liège.

A côté de ces lièges naturellement odorants, il faut placer les parties de bons lièges qui ont subi l'action prolongée de l'eau de pluie, par suite de la disposition naturelle de l'écorce en forme de gouttière, par où ruisselle l'eau, ou de poche qui la retient ; ce liège contracte alors un goût particulier qui se transmet au vin et que les spécialistes distinguent du goût de liège précédent, son odeur rappellerait de loin celle de *l'anis*. — Ces goûts de liège sont d'ailleurs légers et on ne les perçoit guère que dans les vins à arome délicat, comme les champagnes ou les bourgognes et les bordeaux fins ; en tout cas, ils sont beaucoup moins désagréables que les goûts de moisi.

2° Goûts de moisi. — Ceux-ci rappellent l'odeur de la moisissure qui se développe sur le bois pourri, sur les parties externes des bouchons des bouteilles non capsulées; ce sont les plus connus car on les observe sur tous les vins en bouteille ; leur mode de production est donc intéressant à connaître. Ils sont dus à la pénétration dans le liège de filaments mycéliens de champignons, en particulier de mucédinées qui se développent sur les végétaux en décomposition et dont les espèces sont abondantes dans les caves. Le mycélium de quelques-unes de ces mucédinées, en particulier des penicilliums, secrète un principe ayant une odeur de moisi très répugnante et qui se dissout dans le vin ; si le bouchon n'est pas capsulé ou recouvert de cire, il peut donc arriver que l'une des moisissures qui se multiplient fatalement à l'extérieur du liège, puisse pénétrer entre le verre et le bouchon, jusqu'au contact du vin, ou même par des fissures à l'intérieur du liège, dans les parties gorgées de vin; cela suffit pour que, par diffusion au travers du liège, le principe odorant atteigne le vin.

Cette pénétration de la moisissure est impossible sur les vins mousseux, avec les bons bouchons, car, étant donnée la compression des couches du liège dans le col de la bouteille, le mycélium ne peut cheminer dans le tissu cellulaire; la section du bouchon qui avait avant le bouchage un diamètre moyen de 32 millimètres est en effet devenue presque quatre fois moindre, le diamètre intérieur du col n'étant que de 17 à 18 $^{m}/^{m}$; par suite les parois des cellules du liège se sont plissées dans le sens de la compression et exercent une force élastique de réaction

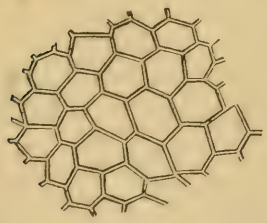


Fig. 1. — *Coupe* du tissu cellulaire du liège avant le bouchage.

considérable, au moins dans les premiers temps du bouchage (fig. 1 et 2). Cependant, comme cette élasticité diminue avec le temps, il n'y aurait rien d'étonnant à ce que des bouteilles dont les bouchons seraient recouverts de moisissures, ou mousse des caves, ne puissent à la longue être atteintes; la coiffe, la capsule, la cire surtout, agissent pour éviter cette invasion sur les bouchons.

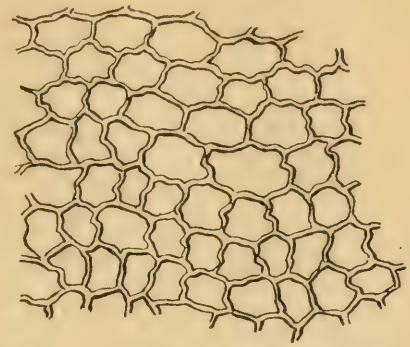


Fig. 2. — *Coupe* du tissu cellulaire du liège quelque temps après le bouchage.

Il semble dès lors que les goûts de moisi doivent être inconnus dans les vins mousseux bouchés récemment; cependant ces goûts s'observent, comme d'ailleurs sur tous les vins, sans qu'on puisse accuser un développement de moisissure postérieur au bouchage, car on les constate avec des bouchons parfaitement intacts extérieurement. Pour les vins mousseux, ces goûts peuvent provenir soit du bouchon de tirage, qui a clos la bouteille pendant la prise de mousse, soit du bouchon d'expédition. Les « goûts de bouchon » de tirage (bouteille à goût de bouchon) sont bien éliminés au moment du dégorgement (fig. 3), car l'ouvrier dégorgeur et souvent le boucheur ont grand soin de vérifier l'odeur de chaque bouteille aussitôt après le dégorgement et de mettre aux *rebuts* les « goûts de bouchon »; certaines maisons donnent même aux ouvriers une prime de 0 fr. 10 par « goût de bouchon » mis de côté. Néanmoins, en dépit de leur zèle et malgré la finesse de leur odorat développé par une longue pratique, ces ouvriers laissent passer quelques bouteilles à rebuter par mauvais goûts; leur

sens olfactif est pour ainsi dire continuellement en éveil, car ils doivent examiner 60 à 80 bouteilles à l'heure ; par suite, comme tous les organes sensitifs soumis à un exer-

Fig. 3. — *Atelier de dégorgement.*

1. Ouvrier dégorgeant le vin brut après le remuage et vérifiant le goût des bouteilles ; — 2. Tourniquet qui reçoit les bouteilles dégorgées ; — 3. Ouvrier ajoutant la liqueur d'expédition et remplissant avec la même machine ; — 4. Ouvrier bouchant à la machine à mouton ; — 5. Ouvrier posant les muselets de fil de fer sur les bouchons.

cice continu, il éprouve des périodes de fatigue pendant lesquelles sa sensibilité est diminuée. Le vin d'une bouteille peut donc avoir un goût de moisi originaire du bouchon de tirage avec un bouchon d'expédition parfaitement sain. On vérifie si ce goût est bien dû au bouchon actuel en saisissant ce dernier entre l'index et le pouce, la tête du bouchon étant isolée dans la main, découpant à l'aide d'un canif une tranche de 1 à 2 millimètres d'épaisseur sur le miroir et en flairant aussitôt la section mise à nu. Il est vrai que cette épreuve, décisive pour des vins récemment bouchés, perd de sa valeur avec le temps, car le goût de bouchon est aussi donné au liège par le vin ; cependant il est toujours moins intense que lorsqu'il appartient en propre au liège.

Ce goût se prend assez rapidement, ainsi nous l'avons pu constater nettement sur une bouteille de vin de Bouzy 1898 après un mois de bouchage d'expédition. Comme nous étions chez le producteur même de ce vin, nous avons pu être renseigné complètement sur ce cas que nous avons étudié ensuite. Ce bouchon avait l'aspect d'un excellent liège et le miroir ne présentait aucune *piqûre;* une piqûre en terme de cave (fig. 4 et 5) n'est nullement un chemin creusé par une larve et qui serait rempli de ses déjections comme en présentent la plupart des écorces ; c'est ce que les botanistes appellent *lenticelles,* canaux servant d'organes respiratoires aux couches sous-jacentes et remplis d'un tissu formé de grosses cellules à contours sphériques ou subpolygonaux, à parois épaisses, jaune brun et presque isolées les unes des autres ; dans les lièges, la pointe d'un canif dissocie facilement ce tissu en une poussière brune formée de ces cellules isolées ou par petits groupes ; les lenticelles sont dirigées perpendiculairement aux couches du liège ou aux faces de l'écorce et suivant l'axe de l'arbre, leur nombre est en général plus considérable sur la *croûte* ou *dos* du bouchon (face externe de l'écorce) que sur la *mie* ou *ventre* (face interne).

Fig. 4. — *Miroir* d'un bouchon présentant à droite, transversalement aux couches annuelles, une petite lenticelle ou piqûre.

Fig. 5.— *Bouchon* montrant sur sa périphérie les sections des piqûres ou lenticelles perpendiculaires aux couches de liège.

Comme la piqûre offre un chemin facile aux mycéliums des moisissures, nous avons recherché leur présence dans les piqûres voisines du miroir ; une section du bouchon a été faite suivant l'axe d'une de ces piqûres, à environ 2 millimètres du miroir ; nous

avons porté sur le microscope le tissu dissocié de la lenticelle ; nous y avons observé (fig. 6), au milieu des cellules normales, des fragments de filaments transparents étrangers au tissu subéreux, et qui nous ont rappelé les filaments du mycélium des mucédinées ; il est donc probable que ce liège avait été envahi par des moisissures soit sur l'arbre même, soit plutôt pendant le séjour de l'écorce dans un endroit humide, par exemple sur une face ayant demeuré contre terre dans la forêt, après le démasclage, ou pendant l'exposition en plein air des balles de liège dans les dépôts ou les ports d'embarquement. Ce goût de moisi n'est que peu ou pas apparent sur le bouchon sec, car les divers traitements chimiques appliqués aux bouchons taillés le font disparaître des couches extérieures, de plus il se perd assez rapidement dans les parties exposées à l'air, mais il persiste dans l'intérieur ; aussi semble-t-il très difficile au négociant et même au bouchonnier de trier ces bouchons ; c'est au récoltant et aux intermédiaires qu'incombe le soin de le prévenir. — Cependant si le goût était dû au mycélium et n'avait pas pénétré dans le liège, en un mot s'il était localisé dans les lenticelles, le traitement du bouchon à la paraffine devrait l'empêcher de se communiquer au vin, cette substance remplissant les piqûres qu'elle obstrue ; mais il est plus probable que le principe odorant, qui est très volatil, imprègne tous les tissus du liège, car il se manifeste sur une section, même en dehors de toute piqûre.

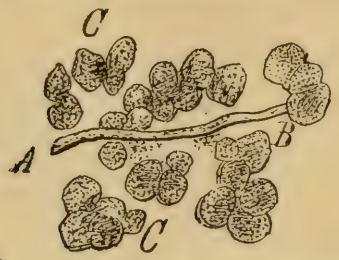


Fig. 6. — *Tissu d'une piqûre* avec son fragment *A B* de mycélium de moisissure ; *C C*, cellules brunes du tissu (grossissement 250).

Ajoutons pour ceux qui voudraient enlever des goûts de moisi à des vins non mousseux que le traitement à l'huile bien conduit est efficace ; sur des vins mousseux, il n'y faut pas songer, car le moindre des inconvénients serait d'abord de *casser* la mousse, c'est-à-dire de perdre le gaz.

§ II. — Les Goûts extérieurs au liège.

Goûts accidentels de sapin ou de térébenthine, de phénol, de créosote. — Hygiène du liège ; opinion d'un négociant champenois. — Goûts par bouchons spéciaux : goûts d'éther, de gutta-percha, de caoutchouc, de soufre ; saveur d'encre. — Les vieux bouchons.

Goûts accidentels. — Comme goûts accidentels originaires des bouchons, nous en avons observé deux cas curieux, l'un de *sapin* ou de *térébenthine* causé par des échantillons de bouchons que l'ouvrier avait conservés quelques jours dans une caissette de sapin rouge (sapin non saigné, ayant le bois imprégné de térébenthine) ; nous avons également noté ce goût de térébenthine sur du sucre scié, des pruneaux, du beurre, expédiés dans des emballages en sapin. Nous avons trouvé dans un mousseux étranger un goût de *phénol* très prononcé ; une enquête auprès de l'intéressé a établi que les bouchons de ces bouteilles provenaient d'une livraison ayant demeuré dans une gare de marchandises, sous un hangar où on avait renversé, par accident, une bonbonne d'un produit chimique vendu comme spécialité désinfectante et qui avait l'odeur du phénol ; les bouchons avaient cependant été bien lavés plusieurs fois et ne paraissaient nullement odorants au bouchage ; là encore, le corps volatil avait pénétré dans l'intérieur du tissu et à la longue était passé dans le vin. Une bouteille d'un mousseux de Russie a présenté un goût de *créosote* qui avait été communiqué par le bouchon, ainsi que l'établissait l'observation d'une section du

liège, mais nous n'avons pu être renseigné sur l'origine de la créosote de ce liège ; il a suffi que ce dernier ait séjourné, soit avant le bouchage, soit après, dans le voisinage de vapeurs de créosote pour que l'odeur en pénétrât dans le liège et ensuite dans le vin ; nous avons été témoin d'un autre cas de goût de créosote produit dans un vin mousseux par du tannin ajouté au moment du tirage ; ce tannin, en poudre et emballé dans plusieurs enveloppes de papier fort, avait été mis dans une armoire où se trouvait un flacon de créosote de hêtre, flacon bouché à l'émeri ; les vapeurs de créosote avaient traversé le papier et s'étaient condensées dans les pores du tannin en poudre. On conçoit que le nombre des mauvais goûts que peut apporter le liège est indéfini, étant donnés sa porosité, son tissu spongieux et les nombreuses occasions qu'il rencontre d'absorber des corps odorants qu'il cédera ensuite au vin.

Hygiène du liège. — Il devrait donc y avoir une hygiène spéciale du liège pour le mettre à l'abri des odeurs, et on ne saurait l'entourer de trop de soins pour le conserver sans goût, depuis le démasclage jusqu'au moment de servir le vin sur la table.

Citons à ce sujet l'extrait suivant d'une lettre qu'un très habile négociant champenois nous adressait : « Les soins donnés au liège par les propriétaires récoltants et les fabricants de bouchons sont des plus critiquables. Tous ceux qui ont été témoins de ces différents travaux s'accordent à dire que l'incurie la plus inconsciente préside dans toutes les opérations. Le liège récolté est apporté dans des cours plus ou moins propres, les planches de liège sont directement placées sur le sol afin d'édifier des tas, ainsi qu'on procède pour le bois dans les scieries.

» Placé là, le liège non-seulement n'est pas à l'abri des

injures de l'air, mais les animaux de basse-cour vont même y déposer leurs déjections, etc.

» Quant aux fabricants, je suis convaincu qu'ils abusent du mouillage. Pour tailler le liège, il est indispensable que celui-ci, au préalable, ait été mouillé pendant plusieurs jours avant d'être travaillé. Pour différentes raisons qu'il serait facile d'établir, ce liège est quelquefois, par suite du retard apporté à la fabrication, mouillé pendant trop longtemps, ce qui le place dans des conditions exceptionnellement désastreuses. De plus, le séchage se fait-il toujours dans de bonnes conditions? C'est bien douteux.

» En résumé, je suis profondément convaincu que c'est là l'origine de nombre de goûts fâcheux pour nos vins et à mon avis, on ne protestera jamais assez pour réagir contre ces errements. »

Goûts par bouchons spéciaux. — On a quelquefois constaté des *goûts d'éther* par l'emploi de bouchons formés de plusieurs morceaux réunis par un agglutinant dissous dans l'éther éthylsulfurique, une évaporation insuffisante de ce dissolvant en ayant laissé des traces qui passaient ensuite dans le vin ; nous avons entendu dire à ce sujet qu'un bouchon avait dû son échec à cet inconvénient, quoiqu'il fût très bien compris, quant à sa constitution, disposée pour offrir une résistance égale dans toutes les directions.

On nous a encore cité le cas suivant : des bouchons avaient été traités, pour les améliorer, par une préparation contenant de l'éther. Ces bouchons ont communiqué un goût d'éther à toute une cuvée de 100.000 bouteilles ; il est probable que l'évaporation, là aussi, avait été incomplète. Il ne faudrait pas rapporter tous les goûts d'éther aux bouchons, car on a vu une très importante cuvée per-

due par un goût d'éther apporté par un tannin, qui évidemment était un tannin à l'éther.

Maumené[1] rapporte que la *gutta-percha* essayée comme matière collante pour les bouchons composés de plusieurs parties, communique également au vin un goût désagréable.

Nous avons constaté plusieurs fois des goûts anormaux dus au contact de certains *caoutchoucs,* constituant partiellement ou totalement des systèmes de bouchage ; ainsi un vin de 1886 qui était au contact d'une partie de bouchon en caoutchouc gris avait pris, après six ans, un goût sulfhydrique très sensible, quoiqu'assez difficile à définir et qui nous a semblé attribuable à des traces de composés sulfurés complexes, formés par réaction lente de sulfures ou de l'hydrogène sulfuré sur l'alcool éthylique ou ses dérivés. Il paraît que le caoutchouc avait cependant été désoufré par des lavages à la potasse ; le désoufrage avait donc été imparfait, soit que le lavage ait été mal exécuté pour les bouchons observés, soit que l'extraction complète du soufre dans ces conditions ne puisse être réalisée. On a bien tenté pour éviter ce goût, d'isoler le caoutchouc du vin ; nombre de dispositifs très ingénieux ont été réalisés, cependant nous croyons qu'il faut encore craindre le contact avec le vin qui remplit les cellules de liège, car ces composés sulfurés sont très diffusibles et peuvent traverser le tissu subéreux gorgé de vin ; un système de bouchage à l'abri de tout reproche est d'ailleurs si difficile à obtenir qu'on s'explique le nombre considérable de bouchons industriels proposés, comparativement aux rares inventions qui ont été adoptées.

Il faudrait rapprocher des accidents précédents la *saveur*

[1] *Traité théorique et pratique du travail des vins,* 2e tome, p. 65.

d'encre ou *de fer* qui peut se produire par le contact, avec le vin, de parties en fer de certains bouchons. Cet accident doit être fort rare, car toutes les parties métalliques des bouchons, susceptibles d'être mouillées par le vin, sont en général recouvertes d'émail ; il n'y a qu'au cas *extraordinaire* où l'émail se fissure au bouchage, ou présente des soufflures profondes, que le contact vin et fer peut se produire et engendrer la saveur ferrugineuse.

Dans tout ce qui précède, nous nous sommes placé au point de vue des vins de prix ; il est évident que pour les mousseux bon marché, pour lesquels on emploie des bouchons à bas prix, qui peuvent quelquefois être des bouchons ayant déjà servi et ayant subi divers traitements chimiques, les chances de goûts divers sont plus considérables et accrues encore par une manutention moins soignée du liège chez le négociant.

CHAPITRE III.

MODIFICATIONS DUES AUX BOUTEILLES.

Verres attaquables par le vin ; rapport silice-bases ; excès de chaux et de magnésie ; les sulfures alcalins et les vins à goût d'eau de Barèges ; les verres goudronneux ; les vieilles bouteilles. — Le rinçage aux métaux et les accidents mortels.

Les bouteilles peuvent aussi apporter des goûts anormaux, soit que le verre se dissolve dans le vin, soit que l'intérieur de la bouteille présente des traces de goudrons, soit encore que les bouteilles aient déjà servi.

L'attaque du verre par le vin a été maintes fois constatée, quand il en est résulté pour le vin une altération notable ; mais avec les bons verres, elle est nulle, ou si fai-

ble, qu'en général son influence est inappréciable sur les qualités gustatives du vin ; cependant ne serait-ce pas là l'explication de cette opinion à peu près générale que pour les vins non mousseux, les vieilles bouteilles à vin valent mieux que les neuves ? Cette attaque du verre par le vin peut être due à diverses causes : 1° une teneur totale élevée en alcalis, soude, alumine, oxyde de fer, chaux, magnésie ; 2° à un excès de chaux et probablement de magnésie ; 3° à la présence de sulfures.

L'analyse des verres des bouteilles rongées par le vin ou attaquables par l'eau, a établi que dans ceux-ci le rapport du poids d'anhydride silicique au poids total des bases était plus faible qu'avec les bons verres, 49 °/₀, 52 °/₀, tandis que d'excellents verres ont donné 58, 60, 66 °/₀.

D'autre part, l'expérience a également montré que les verres riches en chaux sont très facilement corrodés ; ainsi on a relevé des doses de 25, 32 °/₀ de cet oxyde dans des verres attaqués. On sait que les verriers ajoutent souvent un petit excès de chaux, non-seulement à cause du bas prix de la matière première, mais aussi pour donner de la liquidité au verre ; et pour atténuer les risques d'avoir des verres galleux (verres tachés par des cristaux de wollastonite) on ajoute de la magnésie, or le silicate magnésien est également fort attaquable par les acides.

Un groupe d'autres corps dangereux, même à faible dose, dans les bouteilles à vin, est celui des sulfures alcalins. Les Champenois ont encore dans la mémoire un accident célèbre arrivé à diverses cuvées il y a quelque cinquante ans : le vin avait pris un goût nauséabond d'eau de Barèges ; il fut démontré que le verre des bouteilles renfermait des sulfures alcalins qui, avec les acides du vin, avaient donné de l'hydrogène sulfuré, d'où le goût fétide des œufs pourris.

A cette époque, la présence des sulfures alcalins dans le verre était attribuable à l'emploi de soudes brutes, riches en sulfures, qui n'avaient pas été décomposés par la silice dans le creuset du verrier ; actuellement, cette introduction de sulfures paraît peu probable, la soude brute ayant été remplacée par la soude Solway et le sulfate de sodium ou sel de Glauber ; mais il peut s'en produire dans le creuset même. On sait, en effet, que le sulfate doit être mélangé d'une dose de charbon convenable pour être ramené à l'état de sulfite, mais si la proportion de charbon est exagérée le sulfate est complètement réduit et ramené à l'état de sulfure ; il suffit donc d'une erreur dans les données ou pesées de matières premières, pour que cette production ait lieu, aussi est-ce là un accident possible autant aujourd'hui qu'autrefois.

Si on ajoute à ces faits que la chimie du verre en est encore réduite à l'empirisme, que les données scientifiques bien acquises, résultant de recherches méthodiques sont de trop rares exceptions, étant limitées à deux ou trois grands établissements, on conçoit que la bouteille est loin de présenter, à tous points de vue, les garanties que lui demande le commerce des vins. Il en résulte qu'un essai préalable des bouteilles s'impose à tous les négociants qui veulent travailler sans aléa.

Les bouteilles peuvent aussi être une cause de goût de fumée par suite de l'existence sur leurs parois internes d'une couche de matières goudronneuses originaires du combustible dans les arches à recuire ou carcaises, avec rinçage incomplet[1] ; ce goût s'observerait sur le vin brut dans les vins de Champagne et par suite le vin ne serait pas mis en vente, mais pour les vins gazéifiés directement

[1] J. Salleron, *Etudes sur le vin mousseux*, p. 33.

en bouteille, il ne se percevrait qu'au moment de la consommation.

Quant aux vieilles bouteilles, si elles ont pour elles le bon marché, on peut leur reprocher, à juste raison, leur manque de solidité qui élève notablement la casse pendant la prise de la mousse, et de plus les difficultés de leur rinçage ; d'où quelquefois des mauvais goûts par les substances demeurées adhérentes au verre, sans compter les autres accidents que peut entraîner dans la suite la présence de ces substances ; faut-il ajouter qu'il faut se défier des vieilles bouteilles que l'on trouve dans le commerce et qui peuvent avoir renfermé toutes sortes de liquides odorants ?

Au sujet des bouteilles, il est encore à noter que pour leur rinçage les grains de plomb, d'étain ou de zinc sont absolument à rejeter ; quelques grains peuvent demeurer coincés dans le fond de la bouteille, entre la cloche et la paroi extérieure, où leur présence est dissimulée à cause de l'opacité du verre à cet endroit ; ces métaux en se dissolvant seraient non-seulement des causes de saveurs métalliques, mais encore d'empoisonnement pour les sels de plomb et de zinc qui sont de violents toxiques ; rappelons à ce sujet que l'ingestion d'une bouteille de vin renfermant quelques grains de plomb a produit, en 1840, la mort d'un jeune homme et des accidents dangereux chez sept autres élèves du collège des Jésuites de Dôle.

CHAPITRE IV.

MODIFICATIONS PAR DES AGENTS EXTÉRIEURS.

Goûts d'évent par aldéhydification à la lumière ; bouteilles couchées ou droites. Goûts accidentels de fumée, de brûlé par incendies ; d'égout ; de gaz. — Le champagne salé et la porosité du verre en 1740. — Goûts de betterave, de mélasse, de moisi, de Barèges apporté par la liqueur d'opération ; sucre jaune et bleu. — Goûts de pourriture et d'antiseptiques.

Les vins mousseux, même avec des bouchons parfaits et en bouteilles couchées, exposées à la lumière, perdent toujours de leur qualité ; il semble que l'oxydation s'exerce alors plus spécialement sur l'alcool qui se transforme en aldéhyde, d'où un *goût d'évent,* même en dehors de la présence du *mycoderma vini*. On ne doit donc jamais exposer les vins mousseux à la lumière, même pendant la prise de mousse ; les bouteilles mises en *montre* dans les magasins ou aux vitrines, sont en général ou vides ou remplies d'eau ; cependant il n'est pas rare de voir des épiciers en exposer de véritables à leur devanture, nous en avons même rencontré un qui les disposait debout ! parce que « cela faisait très bien ».

Le *goût d'évent* dû à la même cause se développe plus lentement à l'obscurité avec les bouteilles debout, il se complique alors d'une perte rapide du gaz carbonique ; l'oxygène de l'air pénètre bien dans le vin, mais il n'est absorbé que très lentement par suite de l'absence de radiations lumineuses[1].

Quant aux *goûts de fumée*, il semble qu'ils ne puissent pas atteindre les vins en bouteilles bien bouchées, et à

[1] PASTEUR, *Etudes sur le vin*, 2me édition, p. 116.

plus forte raison avec une pression intérieure de gaz carbonique de 3 à 5 atmosphères ; cependant ils ont été plusieurs fois constatés et s'expliquent également par la diffusion des produits volatils odorants au travers du liège gorgé de vin. Il est évident qu'un incendie n'a guère de chances de se propager dans une cave, cependant il peut y pénétrer des fumées de l'incendie d'un bâtiment voisin ; c'est surtout dans les magasins où se trouvent des vins en caisses, en paniers que cet accident est à craindre ; d'ailleurs le plus souvent on assure les vins contre l'incendie dans les entrepôts et les docks.

Signalons encore comme curiosité rare, un goût d'égout contracté par des vins mousseux dans une cave à Paris qui avait été inondée par la rupture d'un tuyau d'égout voisin.

Les *fuites de gaz* dans les caves, le séjour dans le voisinage des bouteilles de corps très odorants, térébenthine, goudron, etc., etc., sont à redouter pour tous les vins ; les véritables gourmets craignent tant la présence des odeurs pour leurs vins qu'ils bannissent de leur cave non-seulement des légumes à odeur forte, oignons, ails, choux, mais jusqu'au lait ; et ils ont raison.

La *saveur salée* de l'eau de mer se perçoit nettement sur les vins les mieux bouchés que l'on immerge assez profondément en mer ; c'est d'ailleurs un très fréquent sujet de pari et une expérience qui distraient les passagers transatlantiques ; la grimace de ceux qui dégustent leur marque favorite, après son immersion, est toujours fort amusante. — Les spectateurs qui sont étonnés par cette expérience, oublient ou ignorent deux faits importants : la pression de l'eau de mer et l'élasticité du liège. On sait en effet que la pression dans une masse d'eau croît d'environ 1 atmosphère par 10 mètres de profondeur, de

sorte que si la bouteille est immergée à 100 mètres, elle supporte extérieurement 10 atmosphères dues à l'eau et 1 due à l'air, soit 11 atmosphères en total, tandis qu'à l'intérieur, il n'y a guère que 3 à 5 atmosphères. Pour expliquer la pénétration de l'eau sous pression, nous avons entendu émettre maintes opinions, le verre est poreux, le liège était troué, etc., etc., les incrédules supposent un truquage et ne croient que lorsqu'eux-mêmes vont prendre la bouteille dans la soute aux vins.

Sigaud de la Fond, dans ses *Éléments de Physique théorique et expérimentale,* 2me édition, 1787, rapporte, d'après le *Journal de Trévoux,* 1742, une observation de même nature et conclut à la porosité du verre : « Les opinions des physiciens sont partagées au sujet de l'expérience suivante qui fit beaucoup de bruit. En revenant d'Amérique sur un vaisseau marchand, nommé *la Sagesse,* au commencement de juillet 1740, quelqu'un jeta à la mer une bouteille d'un très gros verre ; elle fut portée avec une sonde à trente brasses de profondeur et elle en revint dans le même état où on l'avait jetée ; portée une seconde fois à quarante brasses, on la retira pleine, le bouchon porté en dedans ; cette même bouteille, nouvellement bouchée avec un bouchon neuf, assujetti avec un fil de fer, de la même manière qu'on ficelle en Angleterre les bouteilles de bière ou de cidre, ayant été portée à la même profondeur, on la retira remplie d'eau, jusqu'à quatre doigts au-dessous de son goulot, et on retrouva le bouchon dans le même état où on l'avait mis avant l'opération. »

On nous a également rapporté qu'une expérience identique faite dans le lac de Constance avait amené quelques personnes à conclure à la porosité du verre, jusqu'au jour où une épreuve sur une sphère creuse de verre sans ouverture vint réduire à néant cette explication.

En réalité, dans ces expériences, la pression extérieure due à l'eau agit sur le bouchon qu'elle comprime extérieurement ; son diamètre se rétrécit, de sorte que l'eau sous pression pénètre entre le liège et le verre, peut-être encore par les pores du liège et s'écoule dans le vin ; il arrive non-seulement que le vin est salé, mais que par suite de la densité plus grande de l'eau de mer (1030 et le vin 995 à 1000 en moyenne) celle-ci chasse le vin ; on conçoit alors la déception des personnes non initiées qui, après avoir constaté que les fils de fer, ficelles, etc., sont intacts, goûtent un pareil breuvage !

La même saveur salée pourrait-elle se produire par le séjour prolongé des bouteilles dans l'eau de mer, par exemple dans la cale d'un bateau envahi par l'eau, ou dans un échouement ? la diffusion par le bouchon paraît possible, mais nous ne connaissons pas de cas où cette constatation ait été faite.

La *liqueur d'expédition* peut apporter aussi des saveurs ou goûts anormaux, peu sensibles dans la liqueur à cause de sa saveur sucrée, mais fort appréciables dans le vin, ou qui se produisent encore au contact du vin.

Nous n'étudierons pas les cas classiques des goûts dus aux sucres de betteraves ou les goûts de mélasse des candis impurs ; nous relèverons celui d'un goût de moisi par l'emploi du papier à filtrer conservé à l'humidité et qui s'était communiqué à la liqueur malgré un lavage énergique à l'eau ; l'intéressé l'avait bien constaté, mais avait cru que par suite de sa faible intensité il disparaîtrait dans le vin ; c'est l'effet inverse qui s'est produit, le gaz carbonique, balayant pour ainsi dire les odeurs en se dégageant, exagère considérablement tous les bouquets.

Un autre cas extrêmement curieux, est un goût sulfhydrique qui s'est développé dans le vin quelques jours après

l'addition de liqueur ; une étude minutieuse montra que le gaz sulfhydrique était dû à l'emploi, pour la liqueur, de sucre en pain blanchi à l'*outremer ;* on sait en effet que c'est là un moyen de masquer la teinte jaune due aux impuretés laissées par un raffinage insuffisant, la teinte bleue de l'outremer étant complémentaire de la teinte jaune due aux impuretés ; or, l'outremer contient toujours des sulfures alcalins qui, au contact des acides même étendus, donnent de l'hydrogène sulfuré, gaz à odeur fétide ; ce gaz avait dû se produire dans la liqueur, mais on ne le remarqua qu'en débouchant des bouteilles de vin dosé.

On a vu quelquefois des bouteilles prendre de mauvais goûts par un long séjour en cave dans le voisinage de *lattes, pupitres,* etc., *pourris* et couverts de moisissures, quand ces bois ont subi certaines préparations qui, au lieu de les conserver, avaient dégagé des odeurs désagréables en plus de celle de la moisissure.

On nous a consulté plusieurs fois sur l'emploi des meilleurs moyens à employer pour remédier aux émanations que dégagent les water-closet, indispensables dans le voisinage des caves d'une grande exploitation ; si l'on n'a rien à craindre du gaz ammoniac qui est absorbé par les acides du vin, il faut se défier du sulfure d'ammonium qui donnerait un goût sulfhydrique, mais nous croyons qu'il faut se défier encore plus de certains désinfectants à base de goudron qui masquent l'odeur désagréable plutôt qu'ils ne l'enlèvent ; le premier soin est d'établir une bonne ventilation avec cheminées d'appel et comme désinfectants, les meilleurs sont évidemment ceux qui, empêchant les odeurs, n'en ont aucune comme le sulfate de fer ou les autres sels métalliques.

DEUXIÈME PARTIE.

PERTES DE GAZ ET DE VIN.

Mécanisme des fuites de vin et de gaz ; les couleuses ; causes principales.

Tandis que les pertes de vin sont rares avec les vins non mousseux, elles atteignent souvent, même avec les meilleurs bouchons, 2 à 3 °/₀ des bouteilles de vin mousseux; c'est que pour ceux-ci la pression du gaz de la bulle presse sur le vin pour le faire sortir avec une force souvent de 4 à 5 kilos par centimètre carré ; on conçoit dès lors les qualités exceptionnelles que doit présenter un bouchon qui pendant des années doit empêcher toute fuite de vin ou de gaz. Sous l'influence de cette pression, le vin pénètre assez profondément dans le bouchon et le moindre interstice lui est un chemin facile ; le vin s'écoule alors lentement pendant des mois (bouteille couleuse) jusqu'à ce que le niveau du liquide atteigne la fuite ; si celle-ci est à la partie supérieure du bouchon, il n'y a qu'une faible perte de gaz, mais si le bouchon se dessèche, le gaz se perd rapidement. La vitesse d'écoulement croissant avec la pression, toutes les causes qui augmentent cette dernière, élèvent la proportion des couleuses.

Les pertes par coulage se produisent non-seulement sur les vins d'expédition, mais surtout pendant la prise de mousse en caves ; elles constituent une part très onéreuse des frais généraux de l'industrie des mousseux, aussi depuis fort longtemps a-t-on cherché à les atténuer par le choix ou l'amélioration des bouchons.

Ces pertes sont causées soit par le bouchon, (insuffisance

d'élasticité, défaut d'homogénéité, piqûres d'insectes), soit par une position défectueuse des bouteilles, ou leur séjour dans un milieu à température élevée ou soumis à des variations notables de température.

CHAPITRE PREMIER.

BOUCHONS DÉFECTUEUX.

Etudes de J. Salleron ; essai des bouchons. Bouchons pleins et demi-pleins. — Piqûres d'insectes. — Pression et explosion des couleuses. — Atténuation du coulage par revêtement, bouchons spéciaux.

Les qualités d'élasticité des bouchons ont été étudiées

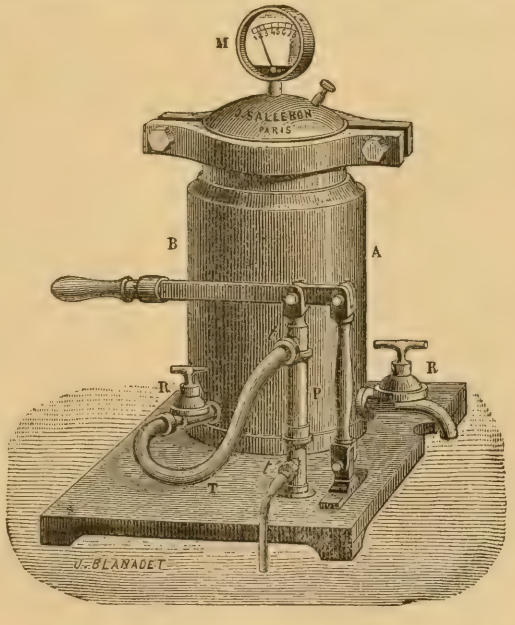


Fig. 7. — *Machine J. Salleron pour l'essai des bouchons* (modèle de laboratoire).

A B. Cylindre dans lequel on soumet les bouchons à l'action de l'eau sous pression.

P. Pompe de compression.

M. Manomètre indicateur de pression.

R R. Robinets de vidange et de communication.

d'une façon magistrale par notre regretté maître et ami

J. Salleron, et ses études, publiées en 1885[1], l'ont conduit à un mode d'essai de l'homogénéité de la constitution des bouchons qu'il a réalisé à l'aide de sa *Machine à essayer les bouchons* (fig. 7), employée par les négociants en vins et les bouchonniers ; rappelons simplement ici que le coulage du vin se fait le plus souvent entre le verre et le bouchon, soit par suite du retrait général du cylindre de liège, bouchon chevillé ou cheville, qui, dès lors, n'obture plus le col, soit le plus souvent par un retrait sur l'un des côtés ; on observe alors des plissements suivant des génératrices du cylindre (fig. 8 et 9), ou une déformation du bouchon qui ne reprend plus son diamètre sur une partie de sa section.

Fig. 8. — *Bouchon* montrant des cannelures suivant les génératrices du cylindre, par suite du retrait des parties médianes des couches annuelles.

L'expérience a appris que les bouchons dont les couches de liège sont larges (bouchons demi-pleins) ont une durée moins longue que les lièges à couches étroites (bouchons pleins); l'examen microscopique de ces lièges d'aspect différent révèle que, dans les premiers (fig. 10), le tissu est formé de cellules à parois beaucoup plus minces que dans les seconds (fig. 11), ce qui explique leur souplesse relativement plus grande et leur perte plus rapide d'élasticité.

Fig. 9. — *Miroir* d'un bouchon cannelé, montrant les maxima de rétraction du liège en *C C*.

Le liège sert quelquefois d'habitat à des larves d'insectes qui y creusent des chemins par où le vin peut s'échapper ; on a même vu des bouchons ainsi troués bien que recouverts d'une abondante couche de cire dure.

[1] *Etudes sur les vins mousseux*, p. 133.

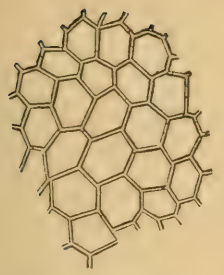


Fig. 10. — *Coupe* de liège souple à couches annuelles épaisses, dont les parois des cellules sont minces, partiquée dans un bouchon demi plein.

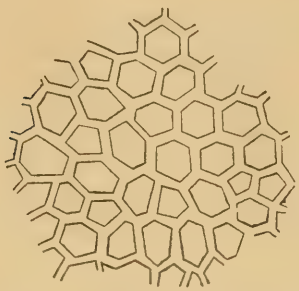


Fig. 11. — *Coupe* de liège dur, à couches annuelles minces, dont les parois des cellules sont épaisses, pratiquée dans un bouchon plein.

PRESSION ET EXPLOSION DES COULEUSES.

Lorsque les bouchons laissent suinter le vin, il s'échappe en même temps du gaz et il y a de ce fait une diminution de la mousse sur la partie de vin restante, mais contrairement au cas où il y a seulement perte de gaz, l'explosion et la projection du bouchon sont alors beaucoup plus violentes qu'avec une bouteille non recouleuse. Un simple calcul explique cette apparente anomalie. Soit, par exemple, une bouteille dont la chambre de 15 cent. cubes de capacité est remplie de gaz carbonique à la pression de 4 atmosphères; soit 15 c. c. le volume occupé par le liège dans le col de la bouteille, le volume total occupé par le gaz détendu au moment où le bouchon quitte le col sera 30 c. c.; si on ne tient pas compte de tous les phénomènes secondaires qui accompagnent cette détente, refroidissement, condensation, dégagement de gaz du vin, etc., etc., la pression de ce gaz au moment de l'explosion sera, d'après la loi de Mariotte, de 2 atmosphères; donc, le bouchon sera projeté par une pression de 2 atmosphè-

res, moins la pression atmosphérique qui s'exerce en sens inverse, soit avec une force de 1 kilog environ par centimètre carré.

Considérons le cas de la même bouteille ayant perdu la moitié de son vin, la chambre occupe alors un volume de 400 c. c., contenant du gaz qui par suite des pertes a une pression réduite par exemple à 2 atmosphères; le volume de gaz au moment de la projection du bouchon sera donc 400 + 15 = 415 c. c. à une pression de

$$4\ ^{\text{atm.}} \times \frac{400}{415} = 3\ ^{\text{atm.}}\ 85.$$

En retranchant la pression atmosphérique, il demeure comme pression effective 2 $^{\text{atm.}}$ 85, ou 1 k. 033 × 2 $^{\text{atm.}}$ 85 = 2 k. 944, soit environ une force 3 fois plus considérable que dans le premier cas. Comme le volume de gaz qui se détend dans le second cas est de beaucoup plus grand que dans le premier, l'amplitude du mouvement vibratoire est plus considérable et le bruit de l'explosion est également plus intense.

MOYENS D'ATTÉNUER LE COULAGE.

Depuis de longues années, pour les vins à forte pression ou qui doivent voyager ou séjourner sous des latitudes à haute température, les négociants emploient, non-seulement les meilleurs bouchons (bouchons pleins), mais encore ils les recouvrent d'un revêtement épais de cire qui diminue les chances de coulage. Cependant les bouchons pleins étant chers, et ne donnant pas une garantie absolue, de nombreux systèmes de bouchons ont été préconisés; les uns utilisent le liège dont les morceaux sont réunis de manière à présenter une composition homogène dans deux ou quatre directions autour de l'axe; d'autres reposent sur la diminution de la porosité du liège par des

enduits que l'eau ne mouille pas; enfin certains inventeurs ont fait appel, en dehors du liège, à diverses substances, en particulier au caoutchouc, au bois.

Récemment on a préconisé pour les mousseux un bouchon évidé en forme de dé au miroir, de manière à faire agir directement la pression du liquide sur la couronne de liège pour obtenir de ce fait un bouchage hermétique. Disons d'abord que cette forme de bouchon est loin d'être nouvelle ; elle a été imaginée pour la première fois vers 1865 par feu Jacquesson qui dirigeait une importante maison de champagne à Châlons-sur-Marne ; nous tenons le fait du regretté Salleron qui avait lui-même collaboré aux travaux de Jacquesson pendant plusieurs années. A première vue, le fonctionnement de ce bouchon en dé pour mousseux paraît rationnel ; cependant, lorsqu'on analyse un peu en détail les pressions qui se produisent sur ce bouchon, on voit que l'effet de cette forme ne présente pas tous les avantages qu'on lui a attribués.

La pression exercée par le liquide sur la couronne est au plus égale à 4 ou 5 kilos par centimètre carré, tandis que la pression exercée par le bouchon cylindrique plein sur le verre par suite de sa compression est beaucoup plus considérable ; de sorte que si, par l'évidement du bouchon, on augmente la pression du liquide sur le liège au contact du verre, on diminue considérablement la réaction du liège ; il faut encore ajouter que même dans les bouchons pleins, cette pression du liquide s'exerce dans les couches voisines du miroir par pénétration du liquide sous pression dans le liège. Enfin ce mode de bouchage supposerait que le liquide ne puisse jamais s'infiltrer entre le verre et le liège, sans quoi la moindre fissure, par où le vin sous pression arriverait, ferait disparaître en ce point l'adhérence, due uniquement à la pression.

CHAPITRE II.

POSITIONS DÉFECTUEUSES DES BOUTEILLES.

Composition chimique du liège. — Influence de l'état de dessication sur l'élasticité du liège; champignon et cheville. — La porosité du liège et les échanges gazeux. — Bouteilles en caisses, bouteilles sur lattes.

La position des bouteilles joue un grand rôle dans la conservation de la mousse, c'est-à-dire du gaz carbonique; pour bien mettre en relief cette influence, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur la constitution du liège et les facteurs de son étanchéité.

ÉTAT DE DESSICATION ET ÉLASTICITÉ DU LIÈGE.

On sait que le tissu du liège est une masse spongieuse formée de cellules creuses (fig. 1, 2, 10 et 11), isolées et remplies d'air, quand il est sec, de liquide quand il demeure en contact avec un liquide le mouillant; les parois de ces cellules sont constituées par une membrane dont les éléments fondamentaux sont, d'après Chevreul[1], la subérine 70 °/₀, la cérine et une résine 15,75 °/₀. Ce tissu très compressible et élastique, quand il est gorgé d'eau, devient au contraire dur et difficilement déformable quand il est desséché; il en résulte qu'au point de vue de l'étanchéité de la fermeture par le liège, l'état de dessication de la substance a une influence prépondérante. Ainsi, lorsque les bouteilles sont couchées et que le *miroir* du bouchon est au contact du vin, les cellules du liège sont remplies de vin, leurs parois sont humectées de ce liquide et le tissu est très élastique; aussi les bouchons des bou-

[1] CHEVREUL, *Ann. de chimie et de physique,* tome XCVI.

teilles de vin mousseux se conservent beaucoup plus élastiques que les bouchons des vins non mousseux, le liquide pénétrant dans les premiers à une distance beaucoup plus éloignée du miroir par suite de la pression de 3 à 5 atmosphères du liquide. Il semble même qu'il y aurait proportionnalité directe entre l'élasticité et la quantité de liquide retenue, la forme de *champignon* (fig. 12) que prend le bouchon aussitôt qu'il sort du col étant due à une variation de l'élasticité du liège qui est en raison directe de la quantité de vin dans le tissu.

Fig. 12. — *Bouchon* prenant la forme de champignon, après sa sortie du col, par suite de l'élasticité plus grande au miroir.

Le liège ainsi gorgé de vin est donc très élastique, le bouchon par suite fait pression sur les parois du col qu'il obture parfaitement; alors il peut bien y avoir une diffusion lente du liquide et du gaz soit au travers du liège, soit entre le col et la bouteille, mais les pertes de ce chef sont peu sensibles, surtout si le bouchon est dans un endroit humide ou est recouvert d'une coiffe ou de cire, toutes choses qui entravent l'évaporation par la surface libre.

Fig. 13. — *Bouchon* formant cheville, par suite de la perte complète de l'élasticité du liège.

Mais si le bouchon n'est plus en contact avec le vin, le liège se dessèche par évaporation lente du vin, il perd son élasticité, ne presse plus sur le verre, le gaz alors s'échappe rapidement entre le verre et le bouchon, qui conserve la forme *cheville* (fig. 13), quand il est sorti de la bouteille; d'où la diminution de la pression du gaz qui se traduit par une mousse moins abondante quand on verse le vin. De même l'air extérieur pénètre plus facilement dans la bouteille, non pour remplacer le gaz carbo-

nique, mais parce qu'il trouve des chemins plus nombreux et plus faciles; cette pénétration de l'air ou de l'oxygène dans une bouteille, même remplie de gaz carbonique à plusieurs atmosphères, étonne souvent les praticiens peu au courant des propriétés générales de la matière à l'état gazeux, porosité et pouvoir diffusif, qui font qu'un gaz pénètre finalement dans un milieu déjà occupé par un autre gaz comme si l'espace était vide.

POROSITÉ DU LIÈGE ET DIFFUSION DES GAZ.

Ce n'est pas d'ailleurs uniquement entre le verre et le bouchon que s'effectuent ces passages gazeux; la masse du liège est spongieuse, c'est-à-dire formée de cellules vides de matières solides, et les parois de ces cellules sont poreuses, c'est-à-dire traversées par de petits canaux extrêmement ténus, mais néanmoins de section infiniment plus grande que les diamètres des molécules des corps; comme pour toutes les substances poreuses et hygrométriques, ces pores s'accroissent en diamètre par la dessication du liège. Mais cette augmentation de la porosité ou de la perméabilité du liège n'est pas la cause unique de la perte du gaz; quand le bouchon est au contact du vin, non-seulement les parois des cellules du liège sont plus riches en eau, mais les cellules elles-mêmes sont remplies de vin; il suffit de presser un bouchon bien essuyé au moment de sa sortie de la bouteille, pour voir le vin sourdre à sa surface. Le passage des gaz à travers un bouchon sec se fait par un phénomène tout à fait différent de leur passage dans le bouchon mouillé; dans le premier cas, le gaz traverse une multitude de petits canaux sinueux de diamètres très variables, c'est une *diffusion* proprement dite, peut-être accompagnée d'une *transpiration*, en donnant à ces

expressions les sens indiqués par Graham[1]; dans le second cas, à ces mêmes phénomènes, notablement entravés par la diminution des sections des pores, vient s'ajouter une résistance offerte par le liquide qui remplit tous les vides du bouchon; la diffusion dans un liquide étant beaucoup plus lente que dans un milieu gazeux, on se rend ainsi compte que les pertes de gaz par les bouchons secs sont infiniment plus considérables que par les bouchons humectés de liquide; de même s'explique le goût d'évent par oxydation au contact de l'oxygène qui pénètre dans la chambre de la bouteille.

BOUTEILLES EN CAISSES ET SUR LATTES.

Ces accidents se produisent assez fréquemment sur les vins en caisses ou en paniers conservés chez les consommateurs; ainsi nous avons été témoin récemment d'une réclamation adressée par un maître d'hôtel à son expéditeur, l'informant que, par une coïncidence curieuse, moitié des bouteilles de chacun des paniers de son expédition était conforme à l'échantillon et moitié presque sans mousse et de moindre qualité, bien que sous même étiquette. Une petite enquête démontra que le client disposait les paniers de 12, non pas à plat, mais couchés sur un des côtés larges, contre le mur de sa cave « pour qu'ils occupent moins de place, disait-il, » de sorte que 6 bouteilles étaient sur pointe et 6 debout; c'étaient ces dernières qui avaient causé la réclamation. Si pour une raison quelconque, ce maître d'hôtel avait fait déplacer ses paniers, de manière que la face qui se trouvait sur le sol devint la face supérieure, il aurait encore éprouvé un autre inconvénient; les bouteilles

[1] Edinburg. Phil. Trans. 1834-46-68.

qui avaient perdu une grande partie de leur gaz, et dont les bouchons desséchés formaient cheville, auraient alors perdu leur vin et seraient devenues des *couleuses*. La position des emballages est donc fort importante et elle cause très fréquemment des déboires aux personnes peu au courant de ces détails. C'est pour éviter de pareils accidents qu'en général on dispose sur les caisses des vignettes (fig. 14) indiquant le sens dans lequel sont placées les bouteilles et qu'on recommande de les tenir à plat en voyage, en magasin et en cave.

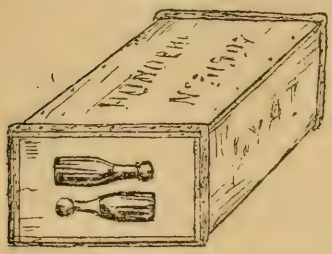


Fig. 14. — *Caisse* posée à plat ; les bouteilles sont horizontales comme l'indique la vignette imprimée au fer rouge sur l'une des faces de l'emballage.

On pourrait supposer que cette perte de gaz n'a pas lieu avec les bouchons recouverts de cire ou d'autres enduits qui paraissent imperméables ; elle est sûrement plus lente qu'avec un bouchon nu, mais elle existe encore. Un négociant nous a rapporté avoir laissé debout, pendant 3 mois, 6 bouteilles dont les bouchons avaient été recouverts d'une coiffe *très épaisse* de silicate de soude ; toutes ont perdu leur gaz et le vin était éventé.

Fig. 15. — *Position défectueuse d'une bouteille sur latte.*

A. Bulle principale.

B. Petite bulle au contact du bouchon.

On observe également des pertes de gaz dans les bouteilles couchées, mais légèrement inclinées comme elles le sont sur les tas *(bouteilles entreillées*

ou sur latte), de manière que la bulle de gaz *(bouille)* y soit séparée en deux portions (fig. 15), l'une qui demeure à l'épaule ou épaulement de la bouteille et l'autre au contact du miroir du bouchon qui n'est plus humecté de vin sur toute sa section.

CHAPITRE III.

CAUSES DIVERSES DE PERTES DE MOUSSE.

État hygrométrique et revêtement des bouchons. — Effets des températures élevées, des variations de température, des voyages. — Conclusion; champagne resté 50 ans sous l'eau; pression dans vin de 20 ans.

La déperdition du gaz au travers du bouchon est activée par toutes les causes qui augmentent la porosité du liège ou qui, en dehors de ce facteur, accroissent la vitesse de passage du gaz.

La porosité du liège dépend surtout, comme nous l'avons vu plus haut, de son état d'humidité; on conçoit que cet état est influencé par l'absence de coiffe, de capsule ou de goudronnage, qui facilite l'évaporation, par l'état hygrométrique ou degré de saturation en vapeur d'eau du milieu où séjournent les bouteilles. Il paraît donc tout indiqué, à ce point de vue, de recouvrir le liège d'un corps aussi imperméable que possible aux gaz, et de maintenir les bouteilles dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau.

La vitesse de passage du gaz au travers du liège étant proportionnelle à la racine carrée de la densité, tout ce qui augmentera celle-ci favorisera les pertes; le séjour à température élevée, les variations de température, les secousses imprimées au vin ou à la bouteille agiront dans

ce sens en provoquant une augmentation de pression dans la chambre. Le *pouvoir absorbant* du vin pour le gaz diminue en effet avec la température d'après une relation de la forme

$$N_t = 1{,}324 - 0{,}525\ t + 0{,}0007\ t^2$$

que nous avons établie pour un vin de Champagne[1], de sorte que plus la température du vin est élevée, plus la pression du gaz est considérable ; pour le même vin, la pression à t, P_t, est reliée à la pression à 0°, P_0, par la formule

$$P_t = P_0 + 0{,}1\ t.$$

Il en résulte que la densité suit la même progression et que la vitesse de diffusion varie dans le même sens.

Les variations de température agissent donc comme les secousses en faisant cesser l'état de sursaturation du gaz dissous et par suite en augmentant la pression du gaz libre. Ces notions sont en contradiction avec les indications de quelques négociants qui autrefois recommandaient à leurs clients de tenir leurs vins mousseux au grenier ; il est probable qu'ils devaient envisager l'action des températures élevées et des variations de température sur d'autres éléments de qualité.

CONCLUSIONS.

En résumé, pour conserver la mousse il faut d'abord de bons bouchons, et de plus, même avec d'excellents bouchons, il faut disposer le vin dans un endroit à température basse et constante ; les agitations, les voyages sont

[1] L. MATHIEU, *Actualités vinicoles*, 1899, p. 77.

aussi des causes de déperdition du gaz. D'ailleurs, dans les meilleures conditions, la perte de gaz s'accentue avec le temps, les bons lièges devenant de moins en moins élastiques et formant cheville à la longue. Le liège subit la loi générale qui fait que toute déformation d'un corps élastique suffisamment prolongée devient ensuite permanente, de sorte que même dans l'eau, le liège perd son élasticité. Citons à l'appui l'observation suivante d'un de nos amis. « J'ai eu entre les mains une chopine qu'une drague a ramenée de la rivière de Marne à hauteur de Château-Thierry. D'après les souvenirs du public, ces vins (car on a trouvé une vingtaine de bouteilles et autant de chopines) provenaient du chargement d'un bateau qui, allant vers Paris, a sombré vers l'année 1825. Les marques du bouchon justifiaient ces suppositions. Le bouchon n'était plus retenu par aucun lien et a pu être enlevé du col sans aucun effort. Le vin n'avait contracté aucun goût, était un peu sirupeux, mais droit. »

Cependant cette perte de l'élasticité est quelquefois lente, ainsi nous avons eu l'occasion de mesurer la pression sur des bouteilles de vin d'Avize qui étaient depuis plus de vingt ans dans la cave d'un consommateur ; l'une présentait encore 2 atmosphères 3 de pression à l'aphromètre à 12° et le bouchon reprenait assez parfaitement la forme de champignon.

A signaler encore la modification de l'aspect de la mousse avec le temps ; si le grain reste fin, c'est-à-dire si le gaz se dégage en bulles de petit diamètre, leur persistance au-dessus du vin diminue, la mousse tombe vite ou le vin tire vite son rideau ; cela est dû d'ailleurs à une variation des propriétés physico-mécaniques du vin, en particulier de la viscosité.

CHAPITRE IV.

PERTES DE VIN PAR LA CASSE.

La casse normale au tirage. — Influence de la chaleur, du froid. — Casse dans les emballages. — Choix des bouteilles ; les vieilles bouteilles.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des causes de casse des bouteilles, disons seulement qu'on ne cite que de fort rares exemples de vins mousseux, faits par la méthode champenoise et qui aient ensuite cassé chez le client à l'état de vins d'expédition ; la casse est devenue un accident beaucoup plus rare aujourd'hui qu'autrefois, et elle se produit surtout pendant la prise de mousse ; la résistance des bouteilles a acquis, dans les verreries bien dirigées, un degré de perfection qui diminue considérablement la casse et la réduit souvent à 2, 1, et même 1/2 pour °/₀ avec les bouteilles de 1^er^ choix et encore cette casse est plutôt due à des *glaçures,* ou accidents du verre. — Mais avec les vins mousseux introduits hâtivement sur le marché, surtout avec les vins gazéifiés, cet accident peut parfaitement se produire chez le consommateur. On sait en effet que la rupture d'une bouteille est la résultante, non-seulement de la différence de pression sur ses deux faces, mais aussi de la température, du temps, du mode de mise en charge[1] ; ainsi une bouteille qui résiste à une charge instantanée de 20 atmosphères peut casser par 6 atmosphères maintenues pendant 1 mois à la même température.

Les variations étendues de température sont encore une cause de casse pour les températures élevées qui augmen-

[1] Communication de l'auteur à la *Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg.*

tent la pression du vin et diminuent la résistance du verre ; nous avons trouvé pour un vin de Champagne que la courbe des pressions pouvait être représentée par la relation $P_t = P + Ct$ (voir page 38).

Les températures basses de — 5 à — 7° qui provoquent le gel du vin augmentent également la pression du gaz carbonique, mais pas suffisamment pour provoquer la casse, celle-ci serait plutôt à craindre si on réchauffait le vin sans l'agiter[1].

La casse dans les emballages, pendant les transports, n'a lieu que si les bouteilles peuvent recevoir des chocs et elle est des plus faciles à éviter ; il suffit que les bouteilles soient bien pressées dans leurs paillons ou tresses de paille.

Nous n'envisageons, dans tout ce qui précède, que les bouteilles telles qu'en donnent les bonnes verreries, mais il n'est pas rare de rencontrer dans le commerce, dans certains pays étrangers où l'industrie du verre est encore à l'état primitif, des bouteilles à mousseux qui ont une résistance absolument insuffisante et qui cassent même à de simples variations de température, comme il s'en produit pendant les transports ou même dans les caves ; il est évident que le négociant ne doit employer que des bouteilles de résistance assurée et qu'à ce point de vue, même pour les vins très bon marché, les vieilles bouteilles sont souvent les plus coûteuses à cause de la casse exagérée qu'elles présentent.

---

[1] L. Mathieu, *Actualités Vinicoles*, p. 77.

TROISIÈME PARTIE.

TROUBLES ET DÉPOTS DES VINS MOUSSEUX.

La limpidité et la qualité ; action des troubles sur la mousse. — Difficultés de leur étude pratique. — Une opinion de Pasteur. — État de la question.

La limpidité est considérée à juste titre, pour tous les vins, comme une qualité essentielle d'un produit sain et bien constitué ; c'est qu'en effet tout vin atteint, soit d'une maladie microbienne, soit d'une maladie chimique, présente comme caractère constant une altération de sa transparence ou un dépôt de matières solides ; de plus, tout vin bien fait et de composition normale est arrivé à un état de stabilité chimique tel que les réactions qui pourront s'y produire ne doivent plus donner de précipités modifiant le brillant du vin. — Si ces faits sont applicables à tous les vins, il faut ajouter que pour les vins mousseux, la présence de toute matière solide même accidentelle, en suspension ou en dépôt, a encore un inconvénient très grave : c'est de favoriser le départ hâtif du gaz aussitôt la bouteille débouchée et par suite de faire perdre au vin une de ses qualités fondamentales. Aussi tout vin mousseux doit-il présenter d'abord une limpidité absolue et tout défaut de limpidité est considéré comme une tare qui, le plus souvent, fait rejeter la livraison par les clients exigeants.

Les troubles et dépôts sont des accidents des plus graves, car ils atteignent souvent une notable proportion des bouteilles, quand ce n'est pas toute la cuvée ; leurs causes sont très variées et il n'est pas toujours facile de les établir, car il est très difficile de suivre scientifiquement les altérations

qui se produisent dans la pratique ; le plus souvent, les intéressés sont inconnus, ils ne vous soumettent leur cas que par un intermédiaire et ne donnent que pas ou peu de renseignements sur la manutention de leur vin. En général, ont vient demander au chimiste spécialiste un moyen de guérir le vin, c'est-à-dire d'enrayer la production du trouble. Or, pour savoir s'il y a un traitement pratique possible pour prévenir le trouble, ou si un dégorgement sera suffisant, ou même si le vin, remis en cercles, ne devra pas subir un traitement approprié, etc., il est de toute nécessité, après avoir déterminé la nature du corps qui trouble, de savoir comment et quand il précipite : froid, voyages, chaleur, aussitôt le dosage, sur le vin brut ou le vin dosé, etc. En supposant même que ces renseignements fussent inutiles, en dehors de leur intérêt scientifique, ils en ont un autre très important pour le praticien : c'est de permettre une détermination des causes qui ont amené l'accident, dans chaque cas, et par suite de lui fournir un moyen d'en éviter le retour. Il nous a fallu quelquefois beaucoup de diplomatie pour obtenir quelque document et, à plus forte raison, pour faire une étude un peu détaillée. On conçoit que l'amour-propre et même la crainte de discrédit puissent créer cette mentalité spéciale du négociant en vins, en face des accidents qu'il éprouve et qu'il cache comme une honte. Néanmoins, cet état d'âme, comme dirait un psychologue, est assez fréquent pour qu'on le regrette au point de vue scientifique. Pasteur l'avait déjà noté dans ses *Études sur le vin* (page 3) : « Les propriétaires et les négociants affirment volontiers qu'ils n'ont que des vins irréprochables et qu'ils savent, par des soins intelligents, éviter toute altération. Cette assertion est très ordinairement dictée par l'intérêt et l'amour-propre. Je crois pouvoir affirmer, à mon tour, et cela donnera une

idée de l'étendue du mal, qu'il n'y a peut-être pas une seule cave, chez le pauvre comme chez le riche, qui ne renferme quelque portion de vin plus ou moins altérée. » Par contre, nous avons rencontré des hommes éclairés, au courant des progrès de leur art et qui ont, avec la plus grande amabilité, mis à notre disposition échantillons et documents ; qu'ils veuillent bien agréer encore une fois l'expression de notre vive gratitude, autant pour leurs communications que pour la confiance qu'ils nous ont témoignée.

Disons, dès le début de l'étude de ces troubles, que nous n'avons pas la prétention d'épuiser la matière de ce sujet si complexe et dont certains points présentent un ensemble de phénomènes sur lesquels on est loin d'être fixé ; d'autres demandent encore de longues et patientes recherches au laboratoire et de nombreuses expériences en caves : aussi indiquerons-nous simplement les grandes lignes d'un sujet qui, bien qu'imparfaitement connu, nécessiterait dès aujourd'hui tout un volume. Nous renvoyons d'ailleurs le lecteur à un autre ouvrage pour des détails complémentaires [1].

CHAPITRE PREMIER.

CLASSIFICATION DES TROUBLES.

Vins troubles et vins bleus ; le bleu d'après Tyndall. — Bleus chimiques et bleus microbiens. — Exemples de causes de troubles. — Corps solides accidentels : liège, fibres colorées de cellulose, bougie, brisures d'éponge, cadavres d'acariens, d'anguillules ; les mireurs.

Nous rangeons, sous cette dénomination de vins troubles, toutes les altérations de la limpidité désignées sous

[1] L. MATHIEU, *Maladies et Défauts des vins*.

des noms variés suivant les régions : vins *azurés, bleus, laiteux, opalescents, blefs, louches, louchards, cassés, tournés, voilés,* etc., etc., ces diverses dénominations étant synonymes ou correspondant à des aspects différents, plutôt dus au degré de ténuité des corps en suspension qu'à leur nature propre. Ainsi l'accident connu sous le nom de *bleu, bleuissement,* est tantôt causé par des microorganismes, ce qu'a le premier indiqué M. Robinet[1] pour les vins de Champagne, tantôt par des substances amorphes non organisées et de nature complexe. Tyndall a parfaitement décrit cette apparence bleutée, présentée par nombre de solutions, en particulier les colles très étendues et légèrement additionnées de tannin. Pour manifester ce phénomène, Tyndall introduisait dans un tube de verre horizontal une solution décomposable par la lumière, nitrite d'amyle ou iodure d'allyle, avec une trace d'acide chlorhydrique ; un jet puissant de lumière pouvait traverser le tube. « Pendant quelque temps, écrit Tyndall[2], on ne voit rien. L'action chimique progresse sans doute, la condensation suit sa marche, mais les molécules ne sont pas encore réunies en particules assez larges pour réfléchir sensiblement les ondes lumineuses. La dimension de ces molécules ne pourrait sans doute qu'être exprimée en millionièmes de pouce et pour former chacune d'elles, il a fallu des multitudes de molécules... Bientôt vous voyez une délicate couleur bleue apparaître et augmenter... les particules sont encore très au-dessous de la zone d'action du microscope... le bleu, noir à l'origine comme le ciel vu du sommet des Alpes, devient peu à peu de plus en plus brillant, tout en restant bleu, jusqu'à ce qu'enfin une teinte blanchâtre se mélange au pur azur. »

[1] *Journal d'agriculture pratique,* p. 150, t. I, 1867.
[2] Mémoires divers. Londres, 1871.

On observe des phénomènes identiques, seulement beaucoup plus rapides, quand on mélange des solutions étendues de tannin et de colle, ce qui a pu faire écrire que le bleu des vins était causé par l'action du tannin sur les matières protéiques[1] ; en réalité, l'apparence laiteuse s'observe avec les précipités les plus variés et elle est d'autant plus nette que la précipitation est plus lente ; elle est facile à observer dans un ballon dans lequel on fait agir un acide sur une solution d'hyposulfite de sodium ou sur une solution d'acide sulfhydrique. Ce bleu, par dépôt de soufre, apparaît dans les vins chargés de gaz sulfhydrique par une fermentation au contact de soufre, lorsqu'on mèche ces vins. Il y a donc des vins bleus par des substances très diverses, précipités chimiques ou microorganismes, de sorte que si l'on conserve cette expression de bleu pour caractériser l'état d'opalescence d'un vin, il semble qu'il conviendrait, pour lui donner une signification précise, d'y ajouter un qualificatif rappelant au moins l'origine du corps en suspension. Néanmoins, si tous les troubles commencent ou peuvent commencer par des bleus, dans le plus grand nombre de cas, l'opalescence n'est qu'un état transitoire, et le vin devient bientôt trouble : aussi a-t-on réservé le nom de bleu aux accidents de limpidité dans lesquels cette opalescence persiste et, par suite, est un des caractères spéciaux ; l'analyse microscopique et l'expérience établissent qu'il y a deux sortes bien tranchées de ces bleus, les uns dus à des microorganismes, ou *bleus microbiens,* les autres à des substances non organisées, ou *bleus chimiques.*

Ces accidents rentrent donc dans les troubles, et nous les classerons avec ceux-ci d'après la nature du corps

[1] J. SALLERON, *Etudes sur les vins mousseux,* p. 78.

troublant. Le tableau suivant indique les grands traits de cette classification avec quelques exemples observés :

- **Matières..**
  - Non organisées.
    - Minérales..... *Ex.* : Sulfate de calcium.
    - Organiques
      - Cristallisées *Ex.* : Tartre.
      - Amorphes.. *Ex.* : Matières coagulables. Bleus chimiques.
  - Organisées.
    - Tissu végétal dissocié..... *Ex.* : Cellules des lenticelles du liège.
    - Microorganismes morts. *Ex.* : Fragments de masques.
    - Microorganismes vivants.....
      - *Ex.* : Saccharomyces ellipsoïdeus.
      - *Ex.* : Diplocoques des bleus microbiens.
      - *Ex.* : Microorganismes divers.

CORPS SOLIDES ACCIDENTELS.

En dehors des troubles précédents qui atteignent, quand ils se produisent, une extension assez grande on trouve dans toutes les cuvées, même les mieux réussies, des bouteilles présentant quelque corps solide qui les fait éliminer des expéditions ; ce sont des fragments de liège détachés du bouchon, des fibres blanches de cellulose, provenant des fils de tablier des ouvriers ou des fils autour desquels a cristallisé le sucre candi, des filtres à liqueur, des fibres bleues ou rouges, apportées par le papier d'emballage du sucre ayant servi à la préparation de la liqueur. N'a-t-on pas vu des fragments d'acide stéarique tombés probablement dans les pots à liqueur lors du passage d'un bougeoir de cave au-dessus de ces pots ; nous avons été pendant plusieurs jours très intrigué par des filaments branchus figurant une ramure de cerf, observés dans une bouteille d'un vin d'expédition retour d'Angleterre ; ayant à étudier ensuite le contenu d'une éponge servant au boucheur à essuyer les bouchons, nous avons reconnu que les ramures

microscopiques n'étaient autre chose que des brisures d'éponge ; sûrement elles provenaient d'une éponge qui se dissociait et laissait des fragments sur le miroir du bouchon quand l'ouvrier l'essuie au moment de boucher ; nous avons également relevé, plutôt comme curiosité, la présence, rare, il est vrai, de cadavres d'acariens ou mites et de peaux provenant de leurs mues[1], de cadavres d'anguillules, etc.

Ce sont là des corps étrangers au vin dont la présence est accidentelle et qui sont inévitables avec une manutention aussi compliquée que celle des grands vins de Champagne ; ajoutons que ces corps sont le plus souvent invisibles à l'œil nu et que ce n'est que par un hasard qu'on les observe au microscope ; on sait d'ailleurs que les bouteilles sont toutes vérifiées soigneusement, avant l'expédition, par des ouvriers spéciaux appelés *mireurs* qui mettent aux « rebuts » toute bouteille ayant en suspension même le plus petit fragment de liège.

CHAPITRE II.

MATIÈRES MINÉRALES ET SELS ORGANIQUES.

Précipité de sulfate de calcium et acide citrique impur ; le traitement au soufre des bouchons. — Soufre des sulfures. — Gravelle ou vin-pierre. — Ses causes : froid, alcoolisation, liqueur acide, lunes. — Oxalate de calcium et acide citrique fraudé.

MATIÈRES MINÉRALES.

Les précipités de matière purement minérales, possibles dans les vins mousseux, sont extrêmement rares et encore

[1] L. MATHIEU, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome CXXV.

sont-ils, en général, accompagnés de matières organiques ; le seul que nous ayons observé avec des caractères très nets était dû au sulfate de calcium produit dans les conditions suivantes, d'après l'étude que nous avons faite. Le vin louchissait aussitôt l'addition de liqueur (10 centilitres par bouteille) ; la matière solide rassemblée sur le bouchon par un centrifugeur spécial était enlevée avec le vin en contact avec le bouchon, ce vin ayant été d'abord congelé par un mélange réfrigérant à — 10° ; après fusion le vin a été recueilli dans un tube à essai, puis centrifugé et décanté, le précipité lavé plusieurs fois avec de l'eau alcoolisée à 12 °/₀ charbonnait à peine sur la lame de platine ; de plus, avant calcination, il avait, au microscope, un aspect nettement cristallin. Avant d'en rechercher la nature, nous avons essayé la pureté des produits employés pour la préparation de la liqueur et nous avons reconnu que l'acide citrique employé (acide citrique en poudre) contenait abondamment du sulfate de calcium, dont une portion notable se dissolvait dans l'eau et précipitait ensuite par une addition d'alcool à la solution aqueuse ; *la liqueur sucrée* donnait le même précipité quand, étendue d'eau, on l'alcoolisait ; nous avons reconnu que le précipité du vin présentait tous les caractères du sulfate de calcium. Le précipité de sulfate de calcium s'expliquerait donc par son insolubilité relative dans le vin ; il est probable qu'il avait dû s'en former dans la liqueur même, mais on ne s'en était pas aperçu, celle-ci ayant été filtrée, et il aurait pu se faire que si la liqueur avait été alcoolisée, l'excès de sulfate de calcium se fût déposé dans celle-ci et non dans le vin. Quant à l'origine du sulfate, il nous paraît plus rationnel de l'attribuer à une mauvaise préparation, qu'à une addition frauduleuse, le sulfate de calcium se produisant naturellement dans la décomposition du citrate par l'acide sulfurique. Il a suffi

de changer de liqueur et d'acide citrique pour éviter le trouble en question.

On pourrait encore attribuer la formation de sulfate de calcium insoluble à de l'acide sulfurique apporté par des bouchons ; le blanchîment des bouchons au soufre est une opération courante ; or le gaz sulfureux se transforme à l'air, en présence de l'oxygène et de l'humidité, en acide sulfurique ; il est vrai que la dose en doit être faible, même en supposant que les bouchons ne fussent pas dégorgés suffisamment ; mais il faut si peu pour troubler le vin.

La présence de sulfures dans le verre, indépendamment des goûts d'eau de Barèges qu'elle entraîne, provoque aussi la formation d'un dépôt de soufre précipité par décomposition de l'acide sulfhydrique ; un tel trouble ne se pourrait observer que dans les vins gazéifiés.

SELS ORGANIQUES.

Les troubles, ou plutôt les dépôts dus à des cristaux de tartre, sont trop connus pour qu'il soit utile d'y insister ; quand ils sont légers, on voit briller à la lumière les facettes des cristaux qui tombent assez rapidement sur la couche de la bouteille ; plus gros, ils sont appelés sable, *gravelle, vin-pierre.*

Leur apparition peut être rapportée à deux sortes de causes : les premières provoquent l'insolubilisation des bitartrates de calcium et de potassium existant dans le vin par suite de la diminution du coefficient de solubilité de ces sels, telles sont l'emploi d'une liqueur très alcoolique, l'exposition du vin au froid ; ainsi les négociants n'expédient pas de vins mousseux pendant les grands froids. — Ces cristaux peuvent encore apparaître par suite de la formation d'une nouvelle quantité de bitartrates par réaction

des acides de la liqueur sur les tartrates neutres du vin ou *vice-versâ* ; ainsi nous avons étudié un cas particulier dans lequel il suffisait d'acidifier très légèrement le vin par de l'acide tartrique, 0 gr. 1 dans 1 litre de vin, pour provoquer dans celui-ci après dix à douze jours un dépôt de tartre.

Dans un autre cas, qui nous a été soumis, le dépôt de tartre prenait naissance et adhérait fortement aux points des bouteilles ayant déjà servi qui avaient été mal rincées et présentaient des traces de masques ou de *lunes* provenant d'un tirage antérieur ; il y avait là un phénomène fort curieux d'influence de précipitation par entraînement dû probablement à l'abondance dans ces dépôts antérieurs de cristaux de tartre.

Il semble que ces corps qui se précipitent par le froid devraient se redissoudre quand la température redevient normale ; il n'en est rien, car il y a souvent dans la précipitation du tartre un phénomène plus complexe que la cristallisation d'un sel par un abaissement du coefficient de solubilité. Ce dépôt de tartre n'a d'ailleurs aucune influence fâcheuse sur les qualités gustatives du vin, l'abaissement du titre acide qui en résulte étant peu sensible ; il provoque seulement un départ plus hâtif de la mousse quand on verse le vin ; néanmoins pour les vins de prix, c'est une tare qui les déprécie, aussi les négociants, évitent, autant que possible, toutes les causes de dépôt du tartre.

A signaler encore parmi les troubles dus à des sels organiques cristallisés, un précipité d'oxalate de calcium observé dans un vin d'expédition et dû à l'emploi, pour acidifier la liqueur, d'un acide citrique fraudé par 23,2 °/₀ d'acide oxalique ; le vin contenait d'ailleurs un excès d'acide oxalique et à peu près toute la chaux en était précipitée [1].

[1] L. Mathieu, *L'Acide oxalique et les Vins, Revue de Viticulture*, t. XIII.

L'emploi d'acide citrique ainsi fraudé doit être rare, mais le même trouble pourrait probablement encore se produire avec les vieux bouchons traités à l'acide oxalique pour les blanchir, s'ils n'étaient ensuite parfaitement lavés.

CHAPITRE III.

MATIÈRES ORGANIQUES AMORPHES.

La colle des chefs de cave ; tannates de gélatine. — Nature de ces matières. — Coagulations par entraînement. — Les tannins.

Les troubles dus à des matières organiques amorphes sont beaucoup moins bien connus et ils sont quelquefois une cause de la *remise en cercles* de toute une cuvée. Le vin a pu présenter quelque louche ou bleu pendant ou après la prise de mousse, puis il s'est finalement éclairci, et a pu se *faire bien sur pointe ;* on le dégorge, le dose, il se tient bien, on l'expédie, mais on est tout étonné de recevoir un avis du destinataire qui trouve le vin louche ; le trouble s'accentue et souvent il en est ainsi de toute la cuvée. On remet sur pointe, dégorge à nouveau et cela recommence. Le plus souvent les praticiens considèrent ce dépôt comme de la *colle* qui aurait attendu plusieurs années avant de se précipiter, ce qui paraît peu probable ; une opinion à peu près analogue a été adoptée par beaucoup de chimistes qui y voient des précipités de tannates de gélatine, lesquels se seraient coagulés sous diverses influences, modification des titres alcooliques ou acides du vin par la liqueur, influence d'une agitation, du froid, etc. Nous croyons personnellement que ces troubles de matières amorphes ont, en général, une composition chimique plus complexe.

La plupart de ces dépôts amorphes donnent les réactions des tannoïdes, ils dégagent bien de l'azote par l'action de la chaux sodée, ce qui est l'indice de la présence de matières azotées, mais il ne s'ensuit pas de là qu'ils soient exclusivement formés par des combinaisons de tannin et de matières albuminoïdes, combinaisons dont l'existence même, au sens chimique du mot, est d'ailleurs très douteuse. On peut se demander, en effet, si les albuminoïdes sont là comme substance essentielle ou comme impureté. Ainsi nous avons observé que les solutions aqueuses ou légèrement alcooliques de tannin extrait des diverses parties du raisin, après purification à l'alcool et vérification de l'absence de tout composé azoté, donnent bien, surtout en présence de l'oxygène et à la lumière, des dépôts de matière résinoïde insoluble qui présente exactement les réactions des tannoïdes observées sur les dépôts des vins blancs obtenus dans les mêmes conditions, mais il y a certainement dans ceux-ci d'autres substances. Nous citons ce fait de la précipitation apparemment spontanée de ce tannin pour bien montrer qu'elle peut se produire dans le vin, en dehors de la présence de toute matière albuminoïde et sans qu'on puisse y invoquer la formation d'une combinaison insoluble avec une autre substance.

Il nous paraît donc impossible de considérer tous ces troubles comme dus exclusivement à des combinaisons de tannin et d'albuminoïdes naturels ou ajoutés au collage ; on conçoit très bien que ce cas puisse se produire, par exemple par l'addition d'une liqueur très tannisée sur un vin brut riche en albuminoïdes ou inversement, le pouvoir coagulant du vin devenant plus considérable, il se produira un trouble au bout de peu de temps; mais nous croyons qu'en l'état actuel des sciences physiques, la production de ces troubles doit plutôt être considérée, le plus souvent,

comme due à des phénomènes de coagulation, soit d'un seul corps, soit d'un groupe complexe, par un phénomène d'entraînement, les tannoïdes naturels ou ajoutés étant le plus souvent le corps coagulant initial.

L'expérience a appris que souvent dans toute solution contenant des matières coagulables, il suffit de la production d'un précipité, même très léger, pour entraîner la coagulation ou la précipitation des matières susceptibles de l'éprouver[1]. Or, on sait que le vin contient naturellement diverses substances qui peuvent se coaguler, albuminoïdes végétaux, diastases, gommes et substances pectiques, auxquelles il faudrait ajouter des sels organiques, car beaucoup de dépôts de troubles bien lavés accusent toujours la présence de tartrates. Quant aux causes qui peuvent entraîner la coagulation initiale, elles ne manquent pas ; l'insolubilisation des tannoïdes naturels du vin, ou ajoutés, qui doit se produire dans tous les vins jeunes est certainement la cause la plus ordinaire — nous citions plus haut la formation de sulfate de calcium.

§ Ier. — Coagulations par sels métalliques.

Troubles causés par les doseuses, appareils à remplir. — Action des sels de fer, de magnésium. — Action des bouteilles, des sucres bruts.

Maintes fois nous avons vu des troubles de cause inconnue ne plus se produire dès qu'on avait parfaitement nettoyé les divers appareils dans lesquels passait la liqueur ou le vin de remplissage ; était-ce la présence de traces de sels de cuivre introduites dans le vin qui causait ces troubles, par suite de la formation de composés organiques

[1] Procédé de Conheim pour la préparation des diastases.

cupriques insolubles? Lorsqu'on fait des expériences directes sur ce sujet, on observe que des traces de la plupart des sels métalliques, cuivre, étain, fer, aluminium, donnent des louches dont la substance contient les métaux correspondants; il est assez difficile, sur d'aussi petites quantités, de fixer la nature du corps troublant, et s'il y a coagulation ou réaction chimique. Par contre, nous avons vu des traces de sels de fer donner des louches par leur fixation sur les matières gommeuses des vins; certains sels de magnésie ont aussi une influence coagulante très énergique. Or, on sait que le verre des bouteilles est riche en sels de fer et quelquefois de magnésium, que de plus, certains verres sont attaquables par l'eau seule[1] avec dissolution de traces de fer, d'alumine, magnésie, chaux, que la présence des acides active cette attaque en saturant l'alcali mis en liberté[2]; il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce que certaines bouteilles, soit par leur composition, soit par leur mode de fabrication, fussent relativement très attaquables par le vin et, par suite, donnent après un temps prolongé, des coagulations par dissolution de sels de fer ou de magnésie. C'est là une hypothèse qui repose sur deux ordres de faits bien établis, d'une part l'action coagulante de ces sels, sels de fer sur les gommes et sels de magnésium sur les albuminoïdes, d'autre part, la possibilité de l'augmentation de la dose de ces sels par action du vin sur le verre à excès de bases des bouteilles.

Il est peu probable que cette influence du verre se fasse sentir sur les vins d'expédition tirés depuis plusieurs années, mais elle paraît très possible sur les vins gazés artificiellement; en effet, dans les premiers, les précipités

[1] HENRIVAUX, *Moniteur scientifique*, 577e livraison, p. 34.

[2] FOERSTER, *Diamant de Leipzig*, 17e année, no 33.

produits auraient été formés et enlevés avec le dépôt, il n'y aurait qu'au cas où on transvase le vin dans des bouteilles neuves attaquables qu'on les verrait prendre naissance ; pour les seconds, le vin est souvent expédié aussitôt sa mise en bouteille et par suite le dépôt pourrait être inaperçu par l'expéditeur.

Ne serait-ce pas là également une explication de la cause de certains *masques,* dépôts très adhérents sur les bouteilles de vin de tirage, observés seulement sur la portion d'une cuvée tirée dans un même lot de bouteilles, les autres ne masquant pas, ce qui établit évidemment l'action de la bouteille sur l'adhérence du dépôt.

Nous extrayons de notre correspondance le fait suivant qui vient encore prouver cette influence du verre.

« J'ai en ce moment en manutention une cuvée tirée en deux verreries, l'une me donne un vin limpide en 8 jours, l'autre seulement après 3 mois ; et non-seulement c'est la même cuvée, mais il y a une portion de chaque verrerie originaire d'un même foudre ; les deux verreries ont masqué, mais l'une un peu plus que l'autre... »

Il semble qu'il serait assez facile de comparer cette influence de bouteilles à ce point de vue par des essais sur des solutions artificielles.

On a quelquefois employé pour doser ou opérer les vins bon marché des liqueurs à base de sucres bruts qui coûtent moins cher que les candis ; or ces sucres contiennent souvent une proportion notable d'impuretés, en particulier de cendres, jusqu'à 4 °/₀ ; ces cendres sont constituées par des sels terreux, sulfates et chlorures qui ont souvent provoqué la coagulation de la caséine par leur addition au lait [1], en pourrait-il être de même dans le vin ? Dans deux

[1] CARLES, *Hygiène moderne,* 1897, p. 281.

cas, nous avons suspecté l'influence de ces sucres, mais la démonstration immédiate de cette influence n'a pu être faite, car il y avait en outre diverses autres causes de troubles.

§ II. — Coagulations par oxydation.

Vins de moût total, de rebêche, de tailles. — Vins tannisés en excès. — Tannins impurs. — Troubles par aldéhyde.

A propos des modifications de la saveur et du bouquet, nous avons indiqué l'influence d'une oxydation trop rapide qui vieillit, d'une façon exagérée, un vin en quelques mois en lui donnant une odeur et une saveur de madère, avec une couleur jaune et souvent un trouble abondant; l'influence de l'oxygène est facile à mettre en évidence dans ces cas, comme il est facile d'établir qu'elle se porte tout d'abord sur les tannoïdes du vin.

Nous avons observé divers cas de troubles de vins d'expédition nettement attribuables, après expériences, à l'oxydation soit de tannoïdes naturels du vin, soit de tannins ajoutés; on admet bien que les moûts faits en blanc ne contiennent pas de tannin, c'est-à-dire que les procédés analytiques employés n'en décèlent pas, mais il est certain que les moûts qui sortent à la fin du pressurage, les dernières *tailles* et la *rebêche* suivant les expressions champenoises, contiennent des tannoïdes, peut-être des acides œnogalliques, qui en présence des œnoxydases très abondants dans ces portions du moût, s'oxydent facilement en brunissant; aussi arrive-t-il, lorsqu'on ne sépare pas les tailles et la rebêche, soit par suite de l'emploi de presses continues, soit pour avoir un rendement plus grand, que l'on s'expose à avoir des vins qui, tirés en mousseux, jauniront plus tard et se troubleront par oxydation des tannoïdes;

nous en avons vu des exemples chez des négociants peu au courant des soins multiples de la champagnisation des vins, chez des vignerons qui tirent en mousseux pour leur consommation des mélanges de rebêches et de tailles, etc. Nous avons été témoin également de troubles consécutifs à des doses de tannin exagérées ajoutées au vin avant le tirage ; beaucoup de personnes croient que l'addition de tannin suffit pour éclaircir un vin, de sorte que lorsque les vins ne « claircissent » pas, on retannise ; il arrive ainsi que le vin est très riche en tannin et si l'on *n'attend* pas ce vin suffisamment, il contient encore du tannin oxydable et précipitable, d'où des troubles après voyages ou simplement après un temps convenable en cave.

Il faudrait encore signaler les troubles dus à l'oxydation de tannoïdes apportés par des tannins impurs ou par une liqueur riche en tannin, provenant par exemple de vins trop tannisés et remis en cercles. Dans le même groupe de faits, nous avons observé que, dans plusieurs vins, une très légère addition d'aldéhyde, 5 gouttes par bouteille, y déterminait, après peu de temps, un louche que ne présentaient pas les témoins conservés dans ces mêmes conditions ; il en a été de même sur des tannoïdes naturels du raisin. M. Martinand a également attribué certaines casses des vins à une aldéhydification ; on sait que le tannin de la noix de galles est insolubilisé par l'aldéhyde formique, qu'il en est de même de nombreux albuminoïdes [1], il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'une oxydation activée par une exposition à la lumière, le séjour dans un endroit chaud, les secousses d'un voyage n'entraînent un louche dont la cause originelle serait une légère aldéhydification.

[1] TRILLAT, *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 1898-99.

§ III. — Troubles par causes diverses.

Secousses et dépôt de tartre. — Variations de température. — Deux exemples. — Trouble qui disparaît.

Les secousses, par leur action mécanique seule, peuvent être une cause de louche en déterminant la coagulation de colloïdes en état de solution instable ; on sait que certains précipités chimiques, en particulier le bitartrate de potasse, se forment beaucoup plus rapidement par l'agitation ; les variations considérables de température peuvent également agir sur la stabilité de certains corps, ainsi les vins gelés, en dehors des cristaux de tartre qui se déposent assez rapidement, présentent en général un louche ou un trouble de substances moins denses. On observe également des troubles sur certains vins exposés à des variations de température moins considérables, par exemple par suite d'un séjour prolongé dans des bâtiments mal clos ; d'ailleurs à l'action propre des secousses, des chocs, des variations de température, s'ajoute l'oxydation plus rapide par suite de l'influence favorable de ces facteurs sur les échanges gazeux entre la bouteille et l'atmosphère.

Dans certains cas même le vin se trouble par un refroidissement de quelques degrés ; en voici un exemple que nous signalait en ces termes un négociant : « ... ce vin très bien dégorgé, était brillant après le dosage à l'expédition ; il est resté six jours dans l'atelier sans changer d'apparence, mais deux jours après avoir été descendu en cave à 7°, il était dans l'état où vous le recevrez (vin louche)... le même vin demeuré dans mon bureau se maintient admirablement. »

D'autres fois le vin se trouble aussi bien par un refroidissement que par une élévation de température, comme l'indique l'extrait de la lettre suivante : « Notre cuvée 1898

qui était très brillante sur pointe, se trouble totalement au bout de quelques jours de dosage ;... si on change le vin, du cellier à la cave ou de la cave au cellier, le trouble augmente ... .» Ce même vin a présenté à notre correspondant une très curieuse constatation qu'il nous affirma par deux fois après vérification, mais que personnellement nous ne pûmes observer. « Une chose incroyable et que nous ne pouvons nous expliquer, c'est que le vin qui s'est troublé redevienne clair, à la même température qui a produit ce trouble ; sans laisser aucune trace de dépôt sur le verre. »

§ IV. — Troubles spéciaux aux vins gazéifiés.

Troubles par pasteurisation, filtration, par le gaz carbonique impur ; par l'air. — Acide carbonique au coke, du marbre, de la fermentation ; acide géologique des sources, des suffioni. — Valeur des divers acides. — Mousseux naturels et artificiels. — Formule infaillible pour vin brillant.

A toutes les causes précédentes, il vient s'en joindre d'autres, qui font que la réussite parfaite de ces vins est fort délicate, lorsqu'on veut absolument livrer un vin de conservation irréprochable aussitôt la gazéification ; en effet la pasteurisation qu'on applique quelquefois à ces vins suffit souvent seule pour entraîner un louche ; il en est de même de la filtration dans de mauvaises conditions, de sorte que si on gazéifie le vin aussitôt après ces opérations, on est exposé à des troubles immédiats dus à ces traitements.

Le gaz carbonique dont on se sert, soit pour charger les mousseux par gazéification, soit même pour remonter la pression de vins à faible mousse, a quelquefois causé des troubles par l'air qu'il peut renfermer dans les tubes d'acier où il est liquéfié ; il en est de même avec les appareils

à saturer de gaz dans lesquels on ne purge pas les conduits et les chambres des bouteilles avant la saturation. Ajoutons que le même fait peut s'observer dans le transvasage des vins de Champagne quand on ne prend pas la précaution de soustraire le vin à l'action de l'air en remplissant à l'avance les bouteilles de gaz carbonique, comme le fait M. A. Mathieu dans son transvaseur.

L'acide carbonique du commerce, même sans air, peut aussi être une cause de louche, comme nous l'avons constaté sur plusieurs vins blancs ; la petite quantité des échantillons ne nous a pas permis une étude de cette action que plusieurs correspondants nous ont également signalée.

L'origine du gaz carbonique peut avoir une influence par les impuretés qu'elle entraîne ; il est certain que le gaz dont l'emploi paraît le plus rationnel est celui qui provient de la fermentation même, son analogie avec le gaz des vins de champagne serait aussi grande que possible. Quant au gaz produit par l'oxydation du coke et qui est le meilleur marché, il est absolument à rejeter, car il paraît difficile de le livrer sans oxyde de carbone et acide sulfhydrique ; le gaz de la craie ou du marbre ou du bicarbonate de soude dégagé par l'acide sulfurique pur, utilisé par les limonadiers, serait meilleur. Cependant, si l'on s'en rapporte à une expérience du Dr Hanriot, le gaz carbonique naturel extrait des eaux minérales serait beaucoup mieux absorbé par l'estomac ; il semble alors logique de s'adresser au gaz carbonique qui s'échappe abondamment de certaines sources minérales ou même de véritables *suffioni ;* c'est ce qu'ont déjà tenté plusieurs industriels, en particulier dans le Plateau central, où ces sources sont fréquentes, et dans le Languedoc.

Des expériences comparatives sur la valeur alimentaire de ces divers gaz carboniques seraient du plus grand in-

térêt au point de vue qui nous occupe ; elles établiraient probablement que ces gaz de différentes origines doivent à leurs impuretés des propriétés physiologiques différentes. Aussi serait-il à désirer, qu'au point de vue commercial, l'origine de l'acide carbonique, indépendamment du mode de moussage du vin, fût spécifiée sur l'étiquette ; d'ailleurs certains pays, l'Allemagne et la Belgique, sont déjà entrés dans cette voie en exigeant une indication précise pour les mousseux artificiels.

Cet aperçu des multiples causes qui peuvent provoquer des coagulations, met en évidence les difficultés que présente la réussite de ces vins sans dégorgement, surtout avec des matières premières bon marché ; il faut tenir compte des plus petits détails, jusqu'à la nature des eaux de rinçage des bouteilles. La stabilité de ces vins exige, en effet, qu'il ne puisse plus y avoir aucun précipité par réaction directe ou indirecte des substances mises en présence, vin, liqueur, verre, bouchon et gaz carbonique ; aussi leur préparation, qui semble d'abord très facile à réaliser, demande, au contraire, des soins méticuleux et raisonnés.

Combien de praticiens ont été déçus pour avoir cru à certaines formules que l'on trouve dans nombre d'ouvrages techniques qui les présentent comme un moyen de donner au vin un brillant définitif assuré ; en général, c'est une mixture de tannin et de drogues, d'antiseptiques mêmes, qui le plus souvent doivent être une cause immédiate de troubles. La lecture de ces lignes leur montrera que la solution est beaucoup plus compliquée et ils se rendront compte des échecs nombreux qu'ont éprouvé ceux qui se sont imaginé qu'il n'était pas plus difficile de gazéifier du vin que de l'eau.

Nous pourrions citer nombre de systèmes de gazéification des vins qui après les plus belles promesses, n'ont pu

réussir en pratique courante par suite de ces accidents non prévus par leurs auteurs.

§ V. — Conclusions.

Traitement des vins qui se troublent. — Vins mousseux par la zymase de Büchner.

On voit donc que les causes de troubles par coagulation sont nombreuses et que la moindre est suffisante pour provoquer par entraînement la précipitation de substances variées, en général à l'état colloïde, telles que tannoïdes, albuminoïdes. Ajoutons qu'il est quelquefois possible d'éviter la formation de ces troubles, en éliminant le tannin en excès, ou en modifiant la composition du vin pour augmenter sa résistance à l'oxydation ; mais ce sont là des opérations fort délicates, néanmoins nous les avons vu réussir et permettre ainsi de tirer parti de cuvées invendables.

Il est de toute évidence qu'il vaut mieux prévenir la production possible de ces troubles avant ou pendant la prise de mousse, que d'être obligé à un traitement aussi délicat et quelquefois à une remise en cercles.

On a songé qu'on pourrait éviter tout dépôt dans les vins, même par la seconde fermentation, par l'emploi du suc de levure ou zymase de Büchner ; on sait qu'il est possible d'obtenir ce suc à l'état sec, de le conserver, de l'expédier ; la preuve est également faite que la fermentation du sucre s'effectue d'une façon parfaite avec cette zymase. Il faudrait donc employer des vins absolument stériles, ce qui paraît assez difficile dans l'industrie des mousseux, pour éviter tout dépôt dû à des microorganismes, levures ou bactéries ; de plus, il n'est pas sûr que la fermentation dans ces conditions ne provoque pas quelque coagulation

par les variations du titre alcoolique, de l'acidité ou par toute autre cause ; mais serait-on assuré même de la conservation absolue de la limpidité, qu'il faudrait tenir compte des nombreuses autres causes de précipitations.

CHAPITRE IV.

MATIÈRES ORGANISÉES MORTES.

Tissu des lenticelles du miroir. — Dépôts adhérents : masques, barres, griffes, lunes. — Bouteilles colletées, engorgées. — Les vieilles bouteilles.

Si l'on met de côté la présence des fibres textiles originaires des tabliers, du tissu du filtre à liqueur ou de l'encollage de papier qui le tapisse, des fragments de liège, etc., etc., et dont il faudrait une quantité considérable pour altérer la limpidité, ce qui n'arrive jamais, les seules matières organisées mortes qui puissent provoquer un dépôt notable dans le vin d'expédition sont : 1° le tissu dissocié de la piqûre (fig. 16), 2° les microorganismes originaires du dépôt dû à la prise de mousse.

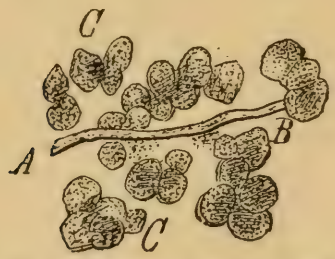


Fig. 16. — *Tissu des lenticelles du liège.*

Rappelons que le tissu des lenticelles est formé de grosses cellules, or celles-ci sont très facilement désagrégées par un séjour dans le vin ; aussi observe-t-on souvent de ces cellules dans des vins qui ont voyagé, quand

le miroir du bouchon est traversé par une ou plusieurs piqûres ; il ne faut pas les confondre avec les fragments de liège qui peuvent se détacher du miroir et qui flottent toujours sur le vin, tandis que ces cellules en absorbant le liquide, augmentent de densité et tombent sur la couche de la bouteille. Quand ces cellules sont abondantes, si elles ne troublent pas le vin, elles forment un dépôt dont l'importance étonne quand on le compare au poids de la substance sèche qui le forme : 1/4 de milligr. de ce tissu donne un dépôt très net sur toute la couche de la bouteille après repos ; en résumé, c'est plutôt là un accident, mais avec des bouchons dont le miroir a de nombreuses piqûres, ces troubles ou dépôts peuvent former une proportion notable de rebuts.

La masse principale du dépôt formé pendant la prise de mousse est constituée par diverses races ou variétés de *Saccharomyces ellipsoïdeus* et contient souvent des diplocoques, des streptocoques, assez nombreux pour que toute préparation en montre quelques-uns ; un troisième élément également constant, est fourni par des substances non organisées dont le noyau est très probablement dû à des coagulations par oxydation des tannoïdes du vin. Il arrive assez fréquemment que des parties du dépôt demeurent dans la bouteille après le dégorgement, soit qu'une partie adhère fortement au verre et ne puisse tomber au remuage, masques, barres, griffes, lunes, etc., soit que le remuage ait été imparfait.

On enlève le plus souvent les parties les moins adhérentes par une série de chocs sur le verre, *tapotage,* ou par les machines à électriser ; dans cette dernière opération les chocs sont très ingénieusement combinés avec un mouvement spécial de la bouteille qui facilite la désagrégation du masque par le frottement du liquide et par les actions capil-

laires qui se produisent dans le glissement sur le verre de la bouille (bulle de gaz de la chambre). Mais il demeure toujours quelques parties de ces dépôts adhérents qui peuvent se détacher à la suite de voyages, ou même simplement sous l'action de la liqueur sucrée.

Si ces particules détachées sont quelquefois une cause de troubles, ces derniers sont beaucoup moins graves que ceux qui sont dus à une portion du dépôt peu adhérente restée sur le verre par suite d'un remuage mal soigné, d'un non-entraînement des portions moins denses ou *léger* qui reste dans le vin, queues de dégorgement, bouteilles engorgées, colletées, etc. ; ces accidents qui n'échappent pas aux bons ouvriers aussitôt après le dégorgement, peuvent aussi passer inarperçus dans une manutention rapide ; alors ces dépôts se remettent en suspension aussitôt le bouchage, particulièrement au coup de poignet pour le mélange ou mariage de la liqueur au vin.

Quand ces accidents se produisent sur des vins tirés en mousseux depuis plusieurs années, les saccharomyces et les bactéries ont perdu toute vitalité ; mais avec des vins jeunes, ils peuvent se multiplier, surtout dans les vins dosés, et être, par suite, le point de départ de troubles dus à des microorganismes vivants, troubles étudiés plus loin.

Dans le même groupe, rentrent encore les dépôts que présentent souvent les vieilles bouteilles et dus à des tirages antérieurs. — Un chef de caves distingué nous citait à ce sujet un fait des plus étonnants : un lot de vin avait dû être rebuté, par suite d'un masque impossible à enlever à l'électrisage et, si abondant, que la transparence du verre était nettement altérée, même à la lumière du jour ; ces bouteilles avaient été cédées à un vigneron qui avait tiré quelques pièces de son vin en mousseux, pour sa consommation. Peu de temps après la prise de mousse, le masque,

qui avait en grande partie résisté aux brosses des rince-bouteilles, était complètement détaché du verre. — Mais ce n'est pas là la règle, il arrive que les vieilles bouteilles, même sans masque apparent, sont une cause de l'adhérence du dépôt ; aussi ne les emploie-t-on pas pour les vins de valeur.

CHAPITRE V.

MICROORGANISMES VIVANTS.

Les microorganismes vivants constituent la classe de troubles qui cause le plus d'ennuis au commerce, lequel d'ailleurs, le plus souvent, n'en soupçonne pas la nature ; ces microorganismes ont deux origines distinctes, ou ils existaient dans le vin brut, c'est le cas général, ou ils ont été introduits dans le vin pendant les dernières opérations ou avec la liqueur.

§ Ier. — Saccharomyces ellipsoïdeus.

Vins jeunes et mal dégorgés. — Cas d'un vin non dégorgé. — Technique pour recueillir la levure. — La vitalité de la levure dans les vins bien préparés. — Caractère d'authenticité de l'âge du vin.

Parmi les microorganismes existant dans le vin, il faut citer tout d'abord la levure ou *Saccharomyces ellipsoïdeus ;* nous avons constaté dans divers vins plusieurs cas de troubles causés par une nouvelle fermentation alcoolique de la liqueur ajoutée. Nous ne parlerons, que pour être complet, des troubles par fermentation, presque inévitables, dans les vins mousseux que préparent souvent, pour leur consommation, des praticiens peu au courant des soins que néces-

site la réussite des mousseux destinés au commerce ; la mousse est à peine prise que ces vins sont mis sur pointe, puis dégorgés en général très imparfaitement, quand on exécute cette opération, et enfin sucrés ; d'où nouvelle fermentation aux premières chaleurs. Les négociants en vins mousseux n'apprendront pas sans rire la mésaventure arrivée à un vigneron du Centre dont la cave était devenue un moment la terreur du pays ; on y entendait, en effet, des détonations grossies démesurément par l'imagination ; les journaux de la région avaient signalé la chose, on parlait de phénomènes extraordinaires, le propriétaire ne voulait plus entrer dans la cave et songeait même à quitter sa maison. Désirant transformer son vin en mousseux, il avait mis une dose de sucre convenable, car la pression sur le vin brut était de 5 atm. 4 à 12°, ce que nous avons constaté sur quelques bouteilles qui avaient été conservées sans addition de sucre ; mais trouvant que son vin n'était pas assez sucré pour le boire, il avait ajouté du sucre, puis rebouché et remis les bouteilles en tas, sans avoir eu l'idée de dégorger, d'où nouvelle fermentation et explosion des bouteilles dont pas une n'est restée, à part celles dont les bouchons mal ficelés avaient cédé.

Ce cas se produit aussi sur les vins mousseux, surtout sur les vins bon marché, même préparés par la méthode champenoise ; en effet, étant donné le prix de vente de ces vins on ne peut les conserver plusieurs années en cave et on les expédie au client souvent quelques mois après la prise de la mousse. Or, même dans les vins les plus limpides, il demeure après dégorgement des cellules de levure, soit en suspension, soit surtout adhérentes aux parois de la bouteille ; il n'y a qu'à agiter vivement la bouteille de manière à laver les parois en y faisant passer la bulle de gaz *(ou bouille)* pour détacher ces cellules ; puis

après l'avoir débouchée avec précaution et extrait le gaz à la machine pneumatique, on laisse la bouteille debout et, après quelques jours, on prélève du liquide en promenant un tube effilé autour de la piqûre de la bouteille ; on est sûr d'y rencontrer des cellules de levure ; on peut encore centrifuger le vin débarrassé de la plus grande partie du gaz avec l'un des centrifuges utilisés en microbiologie. Dans ces mousseux, les levures qui restent ont conservé leur vitalité et peuvent faire fermenter le sucre ajouté comme liqueur d'expédition. Il est à noter que ces vins peuvent se conserver bien limpides en cave, mais que le trouble apparaît surtout après les voyages, soit que les secousses de ces derniers provoquent la mise en suspension de la levure, soit surtout qu'elles agissent en facilitant la pénétration de l'oxygène nécessaire à la levure pour proliférer.

La même cause de trouble, sans compter les autres, se produit dans les vins jeunes que l'on rend mousseux par charge directe du gaz carbonique sous pression, si ces vins n'ont pas été stérilisés et si on les additionne de liqueur sucrée.

Pour les vins de qualité, cet accident n'est pas à craindre car on ne les expédie que quatre ou cinq ans et même plus après le tirage, par suite les quelques cellules de levure qui peuvent rester ont perdu toute vitalité ; jamais dans de pareils vins, nous n'avons rencontré de troubles dus à une fermentation de saccharomyces, quoique dans quelques cas, certains microorganismes aient, de prime abord, un aspect rappelant celui de la levure, mais un essai de culture montre qu'ils appartiennent à un autre groupe de cryptogames.

Cependant, nous avons été témoin d'un cas de grand vin ayant présenté un de ces troubles. Il est vrai qu'il avait dû y avoir un manque de bonne foi de la part du vendeur.

Une petite cuvée avait été achetée en spéculation comme 1889 et avait été expédiée à Londres, dosée à 1 °/₀. Or six mois après, l'expéditeur reçut avis que la plupart des bouteilles avaient un dépôt ; le vin fut donc retourné à l'expéditeur qui, bien que l'affaire n'eût pas grande importance pécuniaire, était sur le point d'intenter une action judiciaire à son vendeur ; auparavant il voulut avoir notre avis sur la cause du trouble. Une étude détaillée montra que le trouble était causé par une fermentation purement alcoolique du sucre ajouté ; comme l'expéditeur avait conservé quelques bouteilles non dosées, nous eûmes une preuve directe que ces bouteilles contenaient de la levure vivante, qu'il suffisait de secousses, d'une aération, ou même de séjour dans un bac avec de l'air à 5 atm. de pression, pour que sa vitalité s'affirme en présence du sucre. Or, comme cette année-là, en 1896, il était facile de se procurer encore des 1889 authentiques, devenus rares il est vrai, aucun de ces échantillons ne donna de levures vivantes : nous n'hésitâmes pas à conclure que la cuvée pouvait peut-être contenir des crûs de 1889, mais que son tirage était plus récent, ce que le vendeur avoua tacitement en transigeant au lieu de se laisser poursuivre. M. J. A. Cordier a d'ailleurs signalé tout récemment[1] que par des cultures directes, les levures prises dans des bouteilles tirées depuis près de trois ans ne fermentent plus.

§ II. — Maladies microbiennes.

Les vins bleus. — Barres et culs de poule. — La graisse. — Moyen d'éviter les vins mousseux bleus ou gras.

Les microbes les plus fréquents dans les vins bien soignés sont ceux qui causent le *bleu ;* la graisse, qui était

[1] *Revue de viticulture,* mai 1899.

fort commune autrefois, s'observe encore sur les vins non dégorgés qui se consomment dans certaines régions en France et à l'étranger. Le bleu est en général consécutif à des vins ayant des dépôts gras, visqueux, adhérents, cet état de dépôt étant causé par la présence de nombreuses bactéries qui ont la plus grande analogie avec les diplocoques de la tourne ; le vin est fort difficile à *faire sur pointe* et malgré les soins du remueur et du dégorgeur, des quantités de germes persistent sur la couche de la bouteille et surtout au col où ils adhèrent et ne peuvent être enlevés qu'imparfaitement par le dégorgeur. Si le vin se trouve dans des conditions convenables de température, ces bactéries se multiplient et le vin devient alors bleu; aussi suivant les cas, la maladie peut se développer quelques semaines après le dégorgement, ou n'apparaître que beaucoup plus tard ; le vin, qui s'est parfaitement tenu dans la cave du négociant bleuit à la suite d'un voyage, d'un séjour dans un magasin. Exposé au froid, le bleu s'arrête, les bactéries tombent sur la couche de la bouteille où elles se rassemblent sous forme de *barre* rectiligne dont la largeur dépend, en chaque point, du diamètre intérieur de la bouteille et de la direction des lignes de plus grande pente ; aussi voit-on souvent, au-dessous de la bulle de gaz, la barre présenter un renflement oval ou elliptique dit cul de poule, dû à la convergence vers ce point de la pente des parois de la bouteille.

Si les bouteilles sont remises sur pointe, ce qui se fait souvent, après remuage et dégorgement, le bleu réapparaît avec les conditions extérieures favorables ; ainsi nous avons vu fréquemment recommencer ainsi deux et même trois fois sans succès cette manutention, ce qui se comprend, étant donnée la cause de l'accident.

La graisse qui est caractérisée extérieurement par la

viscosité du vin devenu huileux, filant, est encore une conséquence de certains dépôts gras ; son histoire comme celle du bleu est encore à faire. Ce sont peut-être les mêmes espèces de microorganismes qui causent ces deux maladies, suivant les substances qu'elles attaquent ou plutôt selon le pouvoir coagulant du vin, permettant plus ou moins à l'enveloppe visqueuse de la bactérie de se gonfler par un phénomène d'hydrolyse ; on expliquerait ainsi le rôle du tannin, non comme antiseptique proprement dit, mais comme agent modificateur de la forme bactérienne.

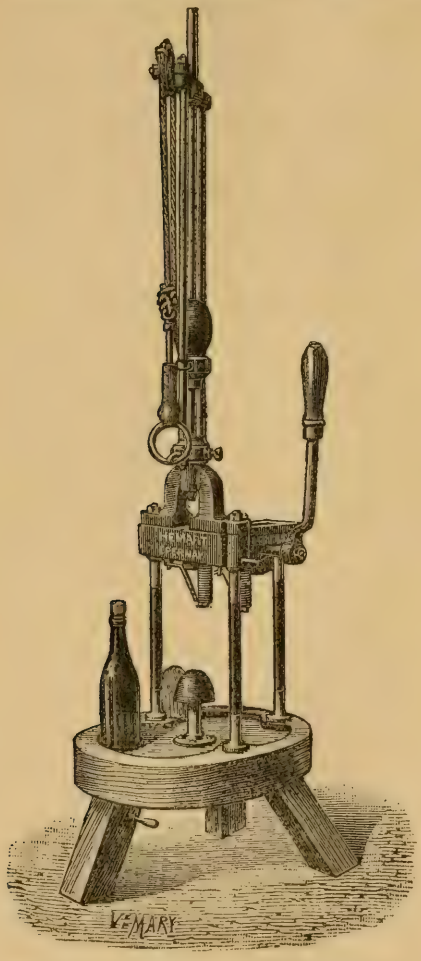


Fig. 17. — *Machine à boucher Hémart.*
La compression latérale du bouchon en fait sortir l'eau de trempage qu'on enlève en passant une éponge sur le miroir.

Nous ne connaissons pas de cas dans lesquels ces maladies aient été causées par les liqueurs ; on conçoit que leurs germes sont naturellement originaires du vin, aussi semble-t-il de grande importance

de ne tirer que des vins exempts de bactéries, ou tout au moins de bactéries actives, ce qu'il est toujours facile de vérifier au microscope et par un essai de culture.

Nous avons contribué, dans la mesure de nos moyens, à la diffusion de cette vérification à laquelle nombre de négociants éclairés attachent dès aujourd'hui, et à juste titre, la plus grande importance au point de vue de la prévision de certains dépôts gras, et de la conservation des vins d'expédition en dehors des atteintes des bactéries.

§ III. — Microorganismes divers.

Quant aux microorganismes divers, non originaires du vin, leur nombre est assez considérable et il est assez difficile, sur le vu d'une forme constatée au microscope et ayant végété dans des conditions toutes spéciales, de la rapporter à une espèce donnée ; il est rare qu'on n'en rencontre pas de temps en temps dans les vins d'expédition, quand on lève les bouteilles sur les tas, mais quelquefois le nombre de celles-ci constitue une proportion de rebuts absolument anormale.

Il faut alors rechercher l'origine de ces microorganismes qui peut être très variée, ainsi ils peuvent provenir de l'éponge mal nettoyée du boucheur, laquelle, chaque fois que cet ouvrier essuie le miroir du bouchon (fig. 17), y dépose quelques spores ou germes. C'est dire que non-seulement la propreté la plus minutieuse est indispensable, mais qu'elle doit encore avoir pour but l'élimination de tous les germes qui pullulent dans l'atmosphère de certaines caves.

Il est à noter que ces microorganismes parfois secrètent des oxydases qui peuvent causer des précipitations par oxydation.

CONCLUSION.

Cette étude, quoique très incomplète, montre une série des risques que courent les négociants en vins mousseux, rien que sur les vins absolument terminés ; elle fera entrevoir aux vignerons ou aux négociants qui se laissent tenter par l'appât des bénéfices apparents calculé sur la différence entre le prix d'achat du vin en pièces et le prix de vente en bouteilles au consommateur, que la préparation des mousseux destinés au commerce est un art qui demande une grande expérience pratique et un peu de science. Ces risques sont évidemment beaucoup moindres pour les vins bon marché qui s'adressent à une clientèle heureusement moins exigeante, mais ils constituent pour les vins de prix une source de frais généraux que ne soupçonne guère le public et qui explique en partie la nécessité où se trouve le commerce de vendre ces produits à un prix élevé pour être rémunérateur.

Peut-être aussi la lecture de ce travail montrera-t-elle à plus d'un négociant que l'industrie des mousseux, bien qu'elle ait atteint une très grande perfection pourrait, dans nombre de cas, réaliser de notables économies par l'application rationnelle des faits scientifiques bien établis.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES.

PAGES

PRÉLIMINAIRES.

Classification des altérations 225
Vin mousseux noir..... 226

PREMIÈRE PARTIE.

MODIFICATIONS DE LA SAVEUR ET DU BOUQUET.

CHAPITRE PREMIER.

MODIFICATIONS INTESTINES NORMALES ET ANORMALES.

Le goût de liqueur 227
Goût de madère des vins vieux..... 228
Goût de mildiou 229
Saveur liquoreuse des vins vieux..... 229
Saveur amère par alcoolisation..... 229
Classification des goûts anormaux..... 230

CHAPITRE II.

MODIFICATIONS DUES AUX BOUCHONS.

§ I. — LES GOUTS DE BOUCHON.

Classification des goûts de bouchon..... 230
Goûts de liège..... 231
Goûts de moisi, de pourri, etc..... 232
Rôle des lenticelles..... 235

§ II. — GOUTS EXTÉRIEURS AU LIÈGE.

Goûts de sapin, de térébenthine, de phénol, de créosote..... 237
Hygiène du liège..... 238
Goûts par bouchons spéciaux, goûts d'éther..... 239

PAGES

Goûts de gutta-percha, de caoutchouc..... 240
Saveur d'encre..... 241

CHAPITRE III.

MODIFICATIONS DUES AUX BOUTEILLES.

Verres attaquables..... 242
Vin à goût d'eau de Barèges..... 242
Sulfures alcalins dans le verre..... 243
Goût de goudron..... 243
Rinçage aux perles métalliques..... 244

CHAPITRE IV.

MODIFICATIONS PAR LES AGENTS EXTÉRIEURS.

Goût d'évent..... 245
Goût de fumées par incendies, de gaz..... 246
Saveur salée par eau de mer..... 246
Goût de moisi, d'œufs pourris par liqueur..... 248
Les désinfectants dans les caves..... 249

DEUXIÈME PARTIE.

PERTES DE GAZ ET DE VIN.

Bouteilles couleuses..... 250

CHAPITRE PREMIER.

BOUCHONS DEFECTUEUX.

Essai des bouchons par la machine J. Salleron..... 251
Bouchons pleins et demi-pleins..... 252
Pression et explosion des couleuses..... 253
Atténuation du coulage..... 254

CHAPITRE II.

POSITIONS DÉFECTUEUSES DES BOUTEILLES.

État de dessication et élasticité du liège..... 256
Bouchons en champignon et en cheville..... 257

PAGES
Porosité du liège et diffusion des gaz 258
Bouteilles en caisse et sur lattes 259

CHAPITRE III.

CAUSES DIVERSES DE PERTES DE MOUSSE.

État hygrométrique, revêtement des bouchons 261
Effets de la température 262
Conclusions 263

CHAPITRE IV.

PERTES DE VIN PAR LA CASSE.

Casse normale des bouteilles 264
Influence de la température 265
Casse dans les emballages 265

TROISIÈME PARTIE.

TROUBLES ET DÉPOTS DES VINS MOUSSEUX.

Limpidité et qualité des vins 266
Trouble et mousse 266
État de la question 268

CHAPITRE PREMIER.

CLASSIFICATION DES TROUBLES.

Dénomination des troubles 269
Le bleu d'après Tyndall 269
Exemples de troubles divers 271
Corps solides accidentels 271

CHAPITRE II.

MATIÈRES MINÉRALES ET SELS ORGANIQUES.

Matières minérales 272
Sulfate de calcium 273

PAGES

Soufre 274
Sels organiques 274
Gravelle ou vin pierre 274
Oxalate de calcium 275

CHAPITRE III.

MATIÈRES ORGANIQUES AMORPHES.

Colle et tannates de gélatine 276
Précipitation des tannoïdes par oxydation 277
Précipitation par entraînement 278

§ I. — COAGULATIONS PAR SELS MÉTALLIQUES.

Troubles par les métaux des appareils 278
Action des sels de fer, de magnésium 279
Bouteilles et masques 280
Troubles par sucres bruts 280

§ II. — COAGULATIONS PAR OXYDATION.

Troubles dans les vins de moût total, de rebêche 281
Tannin impur 282
Aldéhydification 282

§ III. — TROUBLES PAR CAUSES DIVERSES.

Secousses. — Variation de température 283
Trouble qui disparaît 284

§ IV. — TROUBLES SPÉCIAUX AUX VINS GAZÉIFIÉS.

Filtration, pasteurisation 284
Air. — Gaz carbonique 285
Acide carbonique du coke, du marbre, minéral 285
Mousseux naturels et artificiels 284
Formule pour vins brillants 286

§ V. — CONCLUSIONS.

Traitement des vins qui se troublent 287
Zymase de Büchner 287

PAGES

CHAPITRE IV.

MATIÈRES ORGANISÉES MORTES.

Tissu des lenticelles du liège..... 288
Dépôts adhérents, masques, barres, griffes, lunes..... 289
Bouteilles colletées, engorgées..... 290
Dépôts des vieilles bouteilles..... 291

CHAPITRE V.

MICROORGANISMES VIVANTS.

§ I. — SACCHAROMYCES ELLIPSOÏDEUS.

Saccharomyces ellipsoïdeus..... 291
Technique pour recueillir la levure..... 293
Caractère d'authenticité de l'âge d'un vin..... 294

§ II. — MALADIES MICROBIENNES.

Les vins bleus..... 295
Les vins gras..... 296

§ III. — MICROORGANISMES DIVERS.

Contamination par éponge..... 297

CONCLUSIONS. 298

TABLE DES FIGURES.

FIGURES		PAGES
1	Coupe du tissu du liège avant le bouchage	232
2	Coupe du tissu du liège après le bouchage	233
3	Atelier de dégorgement	234
4-5	Bouchons avec piqûre	235
6	Tissu d'une piqûre	236
7	Machine J. Salleron pour essai des bouchons	251
8-9	Bouchons de bouteilles recouleuses	252
10	Coupe d'un bouchon demi-plein	253
11	Coupe d'un bouchon plein	253
12	Bouchons en champignon	257
13	Bouchons en cheville	257
14	Caisse d'expédition	260
15	Position défectueuse des bouteilles sur lattes	260
16	Tissu des lenticelles	288
17	Machine à boucher	296

ANNÉLIDES POLYCHÈTES

RECUEILLIES A CHERBOURG

PAR

Mr Pierre FAUVEL.

Mon intention n'est pas de donner ici une Faune des Annélides Polychètes de Cherbourg et des environs, ceci demanderait plusieurs années d'un travail assidu ; je me bornerai donc simplement à mentionner les espèces recueillies par moi, au hasard de la marée, dans un certain nombre d'excursions zoologiques faites à la grève.

N'ayant jamais fait de dragages à Cherbourg je devrai, par conséquent, passer sous silence bon nombre d'espèces qu'on ne se procure guère autrement.

Il est probable, d'ailleurs, que cette faune des dragages diffère peu sensiblement de celle de Saint-Vaast-la-Hougue.

Mes excursions zoologiques autour de Cherbourg se sont étendues depuis la pointe du Brick, à 10 kilomètres à l'Est, jusqu'à l'anse d'Escalgrain à l'Ouest et jusqu'à Diélette au Sud-Ouest.

Néanmoins en ce qui concerne la région de la Hague je renvoie aux travaux de M. Mesnil[1] qui a étudié spécialement cette région, en particulier l'anse Saint-Martin, et qui, en outre de plusieurs espèces nouvelles décrites par

[1] Voir *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXIX, XXX et XXXI (1896-1897-1898).

lui, en a mentionné un assez grand nombre d'autres déjà connues.

Je ne parlerai pas non plus de Saint-Vaast-la-Hougue dont j'ai déjà publié le catalogue des Annélides, il y a quelques années.

Bretteville.

A l'Est de Cherbourg, sous Bretteville, la côte est rocheuse et assez accore.

Au hameau Bernard, au bas d'une plage de galets très déclive, la mer découvre un plateau de roches schisteuses dont la surface est criblée de nombreuses petites mares retenant l'eau à mer basse, dans lesquelles prospèrent plusieurs algues calcaires : *Jania, Corallina, Melobesia, Lithothamnium polymorphum.*

Il y a peu de grosses pierres à retourner et le sable fait presque complètement défaut. De place en place, dans le creux des rochers, on trouve seulement de petites accumulations de gravier grossier et de petits galets mélangés avec du sable vaseux, noirâtre.

Dans ce sable vaseux vivent : *Sthenelais Idunæ, Lumbriconereis impatiens, Nerine Girardi, Arenicola Grubii,* et dans le sable plus propre : *Phyllodoce mucosa* et *Aricia Latreillii.* Entre les feuillets schisteux de la roche abonde *Nereis cultrifera.*

En se rapprochant un peu de Cherbourg, à l'Est de la batterie basse de Bretteville, l'aspect change légèrement.

La plage de gros galets est assez plate, mais les pierres sont trop lavées pour fournir une récolte sérieuse. Au bas de l'eau on retrouve les roches avec mares à *Lithothamnium* et *Corallines.*

Entre les rochers s'étend une langue de sable, et à l'Est

de celle-ci, en bordure des rochers, une petite bande de Zostères avec *Audouinia tentaculata, Nereis cultrifera, Nereis irrorata, Sthenelais Idunæ, Phyllodoce mucosa.*

Dans le sable abondent : *Arenicola marina, Clymene Œrstedi, Scolelepis ciliatus, Lanice conchilega.*

Sous les pierres, en compagnie de Bryozoaires et de Botrylles on trouve quelques Aphroditiens : *Lagisca extenuata, Lepidonotus squamatus,* et courant entre les tubes de *Pomatoceros triqueter* et de *Salmacina Dysteri,* un Hésionien aussi fragile qu'agile : *Kefersteinia cirrata,* bourré d'œufs au mois d'avril.

C'est dans les mares que se rencontre la faune la plus riche, soit dans les touffes d'algues, soit dans les galeries creusées dans l'épaisseur des croûtes de *Lithothamnium.*

On y rencontre : *Dodecaceria concharum, Lysidice Ninetta, Marphysa sanguinea, Nereis pelagica, Nereis Dumerilii* (forme hermaphrodite), *Amphitrite gracilis, Polymnia Nesidensis, Dasychone Bombyx, Potamilla Torelli, Oria Armandi* et de nombreux Syllidiens.

Tout à fait au bas de l'eau, en grande marée, j'ai trouvé, en place, une des plus grandes algues de nos côtes, *Saccorhiza bulbosa.*

A propos d'algues, je dois faire remarquer que la théorie classique de la succession graduelle des algues vertes, brunes et rouges, à mesure qu'on descend du niveau supérieur des marées vers la haute mer, ne se vérifie nullement aux environs de Cherbourg.

Ainsi *Pelvetia canaliculata,* qui est une algue brune, se trouve à un niveau beaucoup plus élevé que les Ulves, et peut rester plusieurs jours à sec.

Dans une même mare on peut recueillir à la fois des Laminaires, des *Cystosira* et beaucoup d'autres algues brunes avec des algues vertes telles qu'*Ulva, Enteromor-*

pha, Cladophora, en compagnie d'algues rouges : *Rhodhymenia, Nitophyllum,* Corallines, etc...

Les mares à *Lithothamnium,* à riche végétation d'algues de tous les groupes, peuvent exister à un niveau découvrant à toutes les marées, lorsqu'elles sont creusées au sommet des rochers assez élevés. La seule condition est qu'elles soient étanches, que l'eau ne vienne pas à s'écouler à mer basse.

Ce n'est donc pas l'intensité de la lumière qui intervient dans la distribution bathymétrique des algues vertes, brunes et rouges. Ces dernières, les formes calcaires spécialement, ont besoin pour vivre d'être constamment immergées. Si des mares étanches leur fournissent ces conditions, elles s'y développent, même à un niveau très élevé et très éclairé ; sur les grèves où l'eau n'est pas retenue dans des cuvettes rocheuses, elles ne dépassent guère le niveau des très basses mers.

Lorsqu'une fissure se produisant permet à l'eau d'une mare à *Lithothamnium* de s'écouler pendant la marée basse, ceux-ci ne tardent pas à périr ainsi que les Corallines.

Grève des bains et rochers des Flamands.

La grève des bains de mer s'étend entre la jetée et les roches des Flamands. C'est une belle surface de sable fin, presque plate et découvrant à une assez grande distance.

Le long de la jetée il y a quelques pierres et du sable vaseux, souvent fort noir, renfermant divers Spionidiens, dont le *Scolelepis fuliginosus,* avec *Scoloplos Mulleri* et *Notomastus latericeus.*

Dans les fentes du mur de la jetée abonde une jolie

Anémone de mer, très variable de coloration : l'*Actinia equina,* et un peu plus bas l'*Anemonia sulcata.*

La faune de la grève proprement dite est celle des grandes plages des côtes du Calvados, caractérisée par l'abondance des mollusques acéphales : *Cardium edule, C. norvegicum, Mactra stultorum, Lutraria,* etc., et plus à l'Est le « manche à couteau », *Solen ensis* avec de nombreuses coquilles, le plus souvent vides, de *Pandora rostrata.*

Dans ce sable trois espèces de Polychètes dominent et s'y rencontrent en immense quantité : *Lanice conchilega,* jolie Térébelle dont les tubes de sable agglutiné, terminés par une frange en éventail, hérissent le sable, et deux Clyméniens minces et fragiles, dont il est bien difficile de se procurer des individus entiers, malgré leur abondance : *Leiochone clypeata* et *Clymene Œrstedi.*

En somme peu d'espèces, mais représentées par une quantité innombrable d'individus.

On trouve cependant encore dans ce sable : *Nephthys Hombergi, N. cirrosa, N. cæca,* cette dernière souvent de très grande taille, *Glycera convoluta, Scoloplos Mulleri, Aricia Latreillii* et *A. fœtida.*

Je n'ai trouvé qu'une seule fois cette dernière, trop reconnaissable à son infecte odeur alliacée. Un fragment suffit pour empester l'atmosphère d'une pièce.

On y rencontre encore *Sthenelais Idunæ,* et plus rarement, *Sigalion Mathildæ.*

Entre les traînées de pierres qui prolongent les brise-lames, il se forme de petites mares dans lesquelles se dressent les tubes gris de la *Sabella pavonina* et les tubes encroûtés de grains de sable et de coquilles du *Branchiomma vesiculosum,* autre Sabellien dont les filaments branchiaux se terminent par des yeux.

A l'Est de la grève, près du fort des Flamands, on retrouve les roches formées de phyllades fissiles que délitent les pêcheurs pour y chercher la « pelouse verte », *Nereis cultrifera,* qui y atteint une grande taille, surtout en hiver. Cette belle *Nereis* prend la forme sexuée, hétéronéréidienne, en avril-mai. En sa compagnie on peut recueillir : *Cirratulus cirratus, Lysidice Ninetta* et *Amphitrite gracilis.*

Dans le sable vaseux, au contact des roches, ou dans les creux, vivent : *Marphysa sanguinea, M. Bellii, Maclovia gigantea, Lumbriconereis impatiens, Notomastus latericeus, Audouinia tentaculata, Arenicola Grubii.*

Parmi les *Melobesia* et les Corallines qui tapissent les mares des rochers on recueille *Nereis pelagica* et *N. Dumerilii.* Dans une de ces mares j'ai trouvé une fois un beau spécimen d'un crustacé peu commun ici, l'*Axius stirynchus.*

Tout à fait au niveau des hautes mers, en face les bains Guiffart, au pied de la digue, on voit sur le sable des taches vertes qui semblent dues à des algues microscopiques. Si l'ont vient à ébranler le sol, en frappant du pied par exemple, on voit subitement disparaître ces taches qui sont formées en réalité par d'immenses quantités d'un petit Turbellarié vert, la *Convoluta.* L'alerte passée on voit bientôt reparaître les *Convoluta.*

Pour les examiner il suffit de ramasser un peu du sable où elles habitent et de le mettre avec un peu d'eau dans un cristallisoir disposé en face d'une fenêtre. On verra bientôt toutes les *Convoluta* se rassembler dans la partie la plus éclairée du cristallisoir.

Plage de la place Napoléon.

Cette plage, relativement peu étendue, présente des habitats très différents et m'a fourni un certain nombre d'Annélides intéressantes que je n'ai pas retrouvées ailleurs.

A l'Est, le long de la petite jetée, c'est du sable assez grossier avec mares peu profondes. Il y a un petit groupe de rochers s'étendant peu vers la mer et qui découvrent à chaque marée.

A l'Ouest, sous la Vigie de l'Onglet, les rochers sont plus importants et s'étendent plus loin. Entre ces roches et la jetée on trouve, en allant du quai vers la rade, d'abord une vase noire infecte, au voisinage des égoûts de la ville, puis du sable grossier, du sable assez fin et enfin, tout à fait à la limite des basses mers de grande marée, les zostères, mais elles découvrent à peine et n'assèchent pour ainsi dire pas.

Dans les fentes des rochers schisteux, sous la Vigie de l'Onglet, on rencontre : *Eulalia viridis, Nereis cultrifera, N. Dumerilii, Amphitrite gracilis, Terebella lapidaria, Cirratulus cirratus, Marphysa sanguinea, Lumbriconereis impatiens, Lysidice Ninetta.*

Dans le sable vaseux entre les rochers abondent : *Arenicola marina, Arenicola Grubii* (plus rare cependant que derrière l'Arsenal, où elle est très commune), *Scolelepis fuliginosus, Lanice conchilega, Sthenelais Idunæ.*

La couche d'algues et d'éponges qui tapisse les parois verticales des rochers est riche en Sabelliens : *Potamilla Torelli, Dasychone Bombyx, Jasmineira elegans, Branchiomma vesiculosum*, jeune. On y rencontre également plusieurs Syllidiens.

Les pêcheurs à la ligne ramassent dans la vase noire et fétide, entre les égoûts et les roches de l'Onglet, *Nereis*

diversicolor qu'ils emploient comme amorce et qui est très abondante malgré la chasse active dont elle est l'objet.

Près de la petite jetée c'est *Sthenelais Idunæ* et surtout *Nephthys cæca* et *N. Hombergi* qui fournissent une autre boëtte aux chercheurs de vers.

Dans cette région, à 100 mètres environ à l'Ouest du musoir de la petite jetée, j'ai trouvé avec l'inévitable *Lanice conchilega* et de superbes *Branchiomma vesiculosum* un autre gros Sabellien, la *Myxicola infundibulum*.

Cette Annélide, qui dépasse 20 cent. de longueur, habite un gros tube de mucus transparent, épais de plusieurs centimètres et profondément enfoncé dans le sable qui le dérobe à la vue. On n'en aperçoit que l'ouverture, simple trou rond, duquel émerge le panache branchial de l'animal, en forme d'entonnoir velouté, de teinte violacée ou tirant sur le brun rougeâtre ou le marron.

La moindre trépidation, ou seulement une ombre projetée sur le panache branchial fait immédiatement rentrer l'animal qui s'enfonce à plus de 50 centimètres.

Ce beau Sabellien, qui habite la Méditerranée, existe aussi en abondance sur certains points des côtes de Bretagne, à Roscoff et dans la rade de Brest par exemple; il existe aussi sur les côtes du Devonshire, mais je ne pense pas qu'on l'ait encore jamais signalé sur nos côtes de Normandie.

Il en est de même d'une autre Annélide de la même famille, le *Spirographis Spallanzani,* que j'ai trouvé dans les mares des rochers de l'Onglet et dans les mares entre les grosses pierres qui se trouvent dans le prolongement des égoûts. Dans ces dernières mares vivent également de gros *Branchiomma vesiculosum* et la *Sabella pavonina*. Cette dernière, très voisine du *Spirographis,* s'en distingue par son panache branchial formant entonnoir, tandis

que chez le *Spirographis* un des lobes branchiaux décrit une longue spire à 4 ou 5 tours. Les tubes des deux espèces se ressemblent beaucoup ; on dirait un tuyau de caoutchouc grisâtre, mais celui de la *Sabella pavonina* s'enfonce verticalement dans le sable à une certaine profondeur tandis que celui du *Spirographis* est fixé seulement par sa base, recourbée en V, aux parois des grosses pierres et du rocher et ne s'enfonce pas dans le sable.

Cette espèce de la Méditerranée a été retrouvée au Croisic par M. de Saint-Joseph. Je ne pense pas qu'elle ait encore été signalée dans la Manche.

La *Terebella lapidaria,* dont j'ai parlé plus haut, est également une forme de la Méditerranée et de l'Atlantique, où elle est commune ; mais elle est rare dans la Manche où elle est le plus souvent remplacée par l'*Amphitrite gracilis* qui a même habitat dans les fentes de rochers. De Quatrefages l'a signalée à Saint-Vaast, mais je ne l'y ai jamais retrouvée.

Il convient d'ailleurs de remarquer que beaucoup d'Annélides de la Méditerranée existent également sur nos côtes.

Sur les Ulves, qui forment par places un épais tapis verdoyant, j'ai rencontré fixée *Ciona intestinalis,* une ascidie simple à laquelle je ne connaissais pas cet habitat.

Sur les feuilles de zostères les Ascidies composées sont représentées par des *Aplidium* et *Circinalium concrescens.*

En fait d'Echinodermes on ne rencontre guère qu'*Asterina gibbosa* et *Ophiocoma neglecta.*

Les Anémones de mer sont assez nombreuses : *Anemonia sulcata, Sagartia troglodytes, S. Bellis, Tealia felina* et *Calliactis effœta,* fixée sur des coquilles de Buccin habitées par des Pagures et par *Nereilepas fucata.*

L'*Anisochiton fasciculatis* est assez commun ; on trouve

parfois dans la vase *Pandora rostrata* vivante, et sur le sable *Philine aperta* et *Eolis papillosa*.

Anse Sainte-Anne.

L'Anse Sainte-Anne présente des habitats assez différents en allant de l'Est à l'Ouest.

La partie située derrière l'Arsenal, près du fort du Hommet, comprend, au bas d'une sorte de glacis artificiel formé de gros blocs de pierre presque jointifs, de grands rochers accores du côté du large et très battus par la mer. Sur ces roches croît en abondance l'*Himanthalia lorea,* et au printemps on peut y recueillir cette curieuse algue à tous ses stades de développement.

La surface de ces rochers est creusée de petites mares étanches, n'asséchant par conséquent jamais, quoique situées à des hauteurs très différentes, et dont l'eau limpide est très favorable au développement des Floridées et en particulier des *Jania*, *Corallina, Melobesia, Lithothamnium polymorphum.* Ce dernier y forme de grosses crêtes, très saillantes, dont les anfractuosités sont peuplées d'Annélides.

En compagnie de l'inévitable *Dodecaceria concharum* on y recueille : *Cirratulus cirratus, Polydora cœca, P. ciliata* et *Nereis Dumerilii*, *N. pelagica, Eulalia viridis, Lysidice Ninetta* et *Eunice Harassi,* espèce très commune aux îles Chausey et sur les côtes de Bretagne, mais assez rare aux environs de Cherbourg. Je ne l'ai jamais rencontrée à l'Est de cette ville, et bien qu'elle ait été signalée par de Quatrefages à Saint-Vaast-la-Hougue je n'ai pu l'y retrouver.

La *Polymnia nebulosa,* que j'ai trouvée aussi quelquefois au Hommet, est également une espèce commune à Chausey

et en Bretagne, où elle acquiert une grande taille, mais elle est rare sur nos côtes. Je n'en ai trouvé qu'un exemplaire de très petite taille à Saint-Vaast. Sa proche parente, *P. Nesidensis,* est au contraire très commune dans les mares à Corallines, ainsi que *Nicolea venustula, Polycirrus aurantiacus, Amphitrite gracilis, Dasychone Bombyx, Potamilla Torelli, Eteone picta* et un microscopique Sabellien, l'*Oria Armandi* qui, au lieu de vivre dans un tube, nage librement. C'est le segment anal qui porte les yeux et se dirige en avant, jouant le rôle physiologique de tête, tandis que les branchies céphaliques semblent lui former une grosse queue touffue qu'elle traîne derrière elle.

Un petit Néréidien également très intéressant, *Micronereis variegata,* se rencontre aussi au même endroit.

Dans les rochers il existe, de place en place, de grandes fissures parallèles au plan de stratification des phyllades et remplies d'un sable grossier, souvent vaseux, noir, à odeur infecte, dans lequel on trouve l'*Audouinia tentaculata.*

Ce gros Cirratulien porte des quantités de cirres latéraux, longs filaments rouges, dont l'extrémité émerge de la vase et s'agite en tous sens. On croirait voir grouiller une quantité de petits vers rouges; mais quand on vient à y toucher, l'Annélide, qui est profondément terrée, les retracte bien vite. Ces filaments, séparés du corps, conservent très longtemps leur vitalité, plusieurs semaines, continuant à se tordre en tous sens comme de véritables vers.

On rencontre encore dans cette vase : *Lumbriconereis impatiens, L. Latreillii, Maclovia gigantea, Sthenelais Idunæ, Nerine Girardi, Scoloplos Mulleri, Aricia Latreillii, Eteone foliosa, Phyllodoce mucosa* et les *Arenicola Grubii* et *ecaudata.*

Ces deux espèces vivent souvent pêle-mêle. Dans une même fente renfermant seulement quelques décimètres cubes de sable vaseux, il m'est arrivé d'en recueillir deux douzaines d'individus, dont 13 *A. ecaudata* et 11 *A. Grubii*, par exemple. Cependant à un niveau plus élevé *l'A. Grubii* domine. C'est dans les algues des mares de ces roches que j'ai recueilli en abondance les stades jeunes, abranches, de l'*A. ecaudata,* souvent accompagnés de la larve d'un petit diptère marin : *Clunio marinus.*

Sous la Butte du Polygone et en s'écartant de l'Arsenal vers l'Ouest, l'aspect de la côte change légèrement. Les roches s'abaissent laissant entre elles, soit de grandes mares plates semées de grosses pierres, soit des langues de sable descendant vers la mer.

Sous le hameau Pinel et au delà, on trouve une sorte de plage de gros galets roulés, des roches schisteuses à surface plate ou inclinée vers la mer. Ces roches fissiles sont souvent désagrégées, donnant alors des ardoises plates et nues.

Au haut de la plage, dans le sable vaseux, on trouve *Nereis diversicolor, Scolelepis fuliginosus* et de petits Oligochètes.

Dans le sable grossier, entre les rochers, la faune est à peu près la même qu'au Hommet. J'y ai trouvé une fois avec des Synaptes une magnifique Annélide à soies brillantes, ornée de dessins d'un bleu chatoyant du plus bel effet, l'*Ophiodromus flexuosus.*

En éclatant les feuillets des schistes on trouve dans les fentes de grandes *Marphysa sanguinea,* fort recherchées par les pêcheurs, qui l'estiment la meilleure de toutes les boëttes et qui n'hésitent pas à démolir des mètres cubes de roche pour s'en procurer quelques-unes.

On y trouve aussi un petit Géphyrien, le *Petalostoma mi-*

nutum. Au niveau des basses mers on rencontre par places de petits ilots de zostères dans lesquels on recueille *Sthenelais Idunæ, Nereis irrorata, N. cultrifera, Nephthys cæca, N. cirrosa, Eteone foliosa, Nerine Girardi, Nerine foliosa, Notomastus latericeus, Clymene lumbricoides, Cl. Œrstedi, Petaloproctus terricola, Owenia fusiformis, Lanice conchilega, Sabella pavonina, Branchiomma vesiculosum,* et, comme Géphyriens, *Phascolosoma elongatum* et *Ph. vulgare*. Ce dernier, malgré son nom, est de beaucoup le plus rare des deux.

Les *Fucus* sont abondamment recouverts de *Spirorbis*.

Dans les mares abondent des Amphipodes, des Isopodes et la *Nebalia*.

Les Echinodermes sont représentés par *Synapta inhærens, Asterina gibbosa* et *Ophiocoma neglecta*.

On y rencontre aussi souvent de petits poissons pourvus d'une ventouse ventrale avec laquelle ils s'attachent aux pierres. Ils appartiennent aux genres *Gobius, Liparis* et *Lepadogaster*.

Au printemps on trouve parfois l'*Elysia viridis*, joli Opistobranche vert à points bleus, et de grosses *Aplysia* qui secrètent, lorsqu'on les irrite, un pigment teignant l'eau en violet superbe et qui est d'ailleurs, paraît-il, un violet d'aniline.

Baie de Nacqueville [1].

La baie de Nacqueville est formée d'une grève de sable fin, en croissant, dont les cornes sont des rochers schisteux.

[1] La baie ainsi désignée sur les cartes (État-Major et Service vicinal) est plus connue dans le pays sous le nom de plage de Querqueville.

A l'Ouest, ce plateau de roches s'étend au delà du vieux fort de Nacqueville.

Le sable est assez pauvre en Annélides et la faune des fentes de rochers est la même que celle de l'anse Sainte-Anne, mais beaucoup moins riche. J'y signale seulement *Thelepus setosus*.

Il y a peu de pierres à tourner. Par contre, les algues y sont très belles et très abondantes.

Landemer.

Au pied des falaises la côte, rocheuse, est accore, les roches sont très battues, très lavées, et sauf dans les mares à *Lithothamnium,* que l'on retrouve encore là, il y a peu à récolter. Le sable de la grève d'Urville ne m'a pas paru bien riche.

En résumé, la plage des bains de Cherbourg nous fournit les espèces du sable ; mais à part 3 ou 4 espèces qui y pullulent, les autres y sont relativement rares.

Les zostères manquent presque complètement et avec elles une faune spéciale. Le fond de la partie Ouest de la rade est une immense prairie de zostères, il est vrai, mais elle ne découvre pas. Sous la place Napoléon, la limite des basses mers s'arrête juste au bord de ces zostères qui restent presque toujours couvertes de 30 à 40 cm. d'eau.

C'est la faune des fentes de rocher, des algues et des mares à *Lithothamnium* qui est de beaucoup la plus riche.

La plage de la place Napoléon semble une véritable colonie méridionale. On y rencontre en abondance plusieurs espèces de l'Océan et de la Méditerranée, rares ou même

inconnues à l'Est de Cherbourg, et plusieurs manquant aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est.

L'anse Saint-Martin a une faune très riche, surtout en espèces de petite taille, et possède d'assez nombreuses espèces qui lui sont communes avec Madère et les Canaries.

Si l'on considère, non-seulement les Annélides Polychètes, mais encore l'ensemble de la Faune, Cherbourg est à la limite de la Faune de la Manche et de la Faune de l'Océan. On ne doit pas perdre de vue que la Faune de la côte Nord de la Bretagne et de la baie du Mont-Saint-Michel est beaucoup plus océanique qu'autre chose, et à partir de Cherbourg en allant vers l'Ouest ce caractère océanique de la Faune s'affirme rapidement tandis qu'il diminue vers l'Est ; Saint-Vaast-la-Hougue semblant en présenter les dernières traces.

Ainsi l'*Haliotis tuberculata* existe à *Bretteville,* à *Cherbourg,* à *Landemer ;* on ne la trouve plus au delà de Barfleur.

Trois groupes d'animaux sont mal représentés à Cherbourg et aux environs. Ce sont les Hydraires, les Bryozoaires et les Tuniciers. Ceci tient à la disposition physique de la côte, et il est possible que la drague et le chalut procurent en abondance des espèces qu'on ne trouve pas ici à mer basse.

ÉLOGE FUNÈBRE

DE

Mr le Dr Frédéric-Auguste GUIFFART

prononcé à ses obsèques, le 3 février 1899

PAR

Mr le Dr R. COLLIGNON,

Président de la Société.

La *Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg* ne saurait laisser fermer la tombe de M. le Dr Guiffart, sans apporter à celui qui fut cinq fois appelé à l'honneur de diriger ses travaux, le juste hommage de son souvenir et de ses regrets.

Notre Compagnie, il y a trois mois à peine, voyait disparaître, brusquement enlevé à ses espérances, le plus jeune de ses adhérents, M. l'enseigne de vaisseau Sauce, aujourd'hui c'est un de ses doyens qu'elle pleure, un de ses plus fidèles qui s'en va.

Depuis quarante-quatre ans, M. Guiffart était des nôtres ; pendant vingt-trois ans il prit place au Bureau, treize ans dans les ingrates fonctions de trésorier, dont hier encore, il s'acquittait avec la plus active abnégation, cinq ans comme vice-président et cinq ans enfin en 1875, 1879, 1883, 1887 et 1895 comme président.

Dans cette longue période de temps il fut le plus actif, le plus régulier de tous. Hiver comme été il fallait un cas de force majeure pour qu'il manquât à nos séances. Ac-

cablé par ses multiples obligations professionnelles, médecin en chef de l'Hospice civil, directeur de la Santé, médecin des pauvres surtout, ce qui demeurera son plus beau titre au respect et à la mémoire de tous, il trouvait encore le moyen de consacrer, en notre Compagnie, ses rares loisirs aux questions scientifiques pures.

Ce que fut cette vie si noblement remplie, vous me permettrez de le rappeler brièvement. Né à Cherbourg, le 13 octobre 1825, d'une vieille famille du pays, M. le Dr Guiffart s'était de prime abord senti attiré par la vie aventureuse du marin. Nommé, à 21 ans, chirurgien de 3me classe de la Marine, il naviguait pendant six ans, sur le *Chaptal,* le *Pourvoyeur,* le *Favori,* la *Reine-Blanche,* le *Mutin,* s'attirant partout l'estime et l'amitié de ses chefs.

Puis il démissionnait, terminait à Paris ses études et rentrait définitivement en sa ville natale, où bientôt l'étendue de ses connaissances ainsi que la haute dignité scientifique et morale de sa vie lui assuraient une situation particulièrement brillante dans le corps médical de la cité.

Peu à peu, sans bruit, sans effort, il avait conquis à Cherbourg la clientèle la plus belle, comme la plus fidèle. Aussi ne doit-on pas s'étonner si les pouvoirs publics ne tardèrent pas à sanctionner la commune opinion en utilisant pour le bien général le savoir réel et l'acquit sérieux qu'ils trouvaient en M. Guiffart.

Nommé, pour les départements de la Manche, de l'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord, *Directeur de la Santé,* on le vit, dans ce rôle délicat, si important et si ingrat à la fois, se montrer le défenseur assidu de la santé publique.

Il faut se rendre exactement compte de ce qu'est cette fonction, songer qu'un seul navire contaminé peut, en quelques heures, déchaîner sur un port comme Cherbourg un

fléau tel que le choléra, la peste ou la fièvre jaune, que par suite un seul moment d'inattention peut être pour la ville, comme pour le pays entier, la source d'une catastrophe épouvantable, pour se rendre compte de la vigilance et de l'énergie que doivent déployer l'homme auquel incombe le redoutable devoir de veiller à la sécurité de tous.

Souvent l'intérêt public est en lutte avec des intérêts particuliers considérables ; c'est ainsi que, lorsqu'en 1892 le choléra éclatait au Havre, la Compagnie Transatlantique établissait sa tête de ligne à Cherbourg. Les plus minutieuses précautions furent prises pour mettre la ville à l'abri du fléau, et il fallut que, trompant toute surveillance, des déchargeurs venus du Havre par terre arrivassent à forcer le cordon sanitaire qui nous préservait, pour que la redoutable maladie vint nous rendre visite. Encore fut-elle rapidement circonscrite et étouffée, grâce aux mesures aussi énergiques que sages prises par le directeur de la Santé et le Conseil d'hygiène.

Cherbourg tout entier, sans distinction d'opinion, applaudit, lorsque la Légion d'honneur vint récompenser les efforts de celui qui avait tout fait pour le préserver.

Bien avant cette date, M. Guiffart se dépensait encore en une autre fonction, non moins absorbante. Pendant vingt ans il fut médecin en chef de l'Hôtel-Dieu. Là sans épargner son temps, ni ses peines, nous le voyions journellement, parfois plusieurs fois par jour, passer dans ses salles et prodiguer aux déshérités de la vie le meilleur de sa science et de son cœur.

Lorsqu'il y a peu de temps, brisé par des deuils que rien ne saurait adoucir, il dut abandonner les fonctions de médecin en chef de l'Assistance médicale qu'il remplissait depuis si longtemps, il réclama énergiquement le droit de continuer ses soins à quelques familles pauvres et parti-

culièrement intéressantes qu'il connaissait depuis longtemps.

Aussi jusqu'au suprême moment, le matin même de ce jour qui pour lui devait être le dernier, l'avons-nous vu à travers la ville, son carnet de visites à la main, allant porter à ses malades pauvres le conseil qui soulage et la pièce blanche qui donne quelques douceurs.

Cette existence si simple et si dignement accomplie doit rester comme un exemple pour ses confrères, comme un pieux souvenir pour tous.

Quant à nous, nous l'avons vu partir avec une profonde tristesse, heureux cependant que la mort lui ait été douce, et que, lui épargnant les horreurs de la lente agonie, elle ait maternellement appelé à elle cet homme vieilli dans le bien.

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

Août 1897 à Mai 1900.

§ Ier. — *Ouvrages publiés par le Gouvernement.*

Ministère de l'Instruction publique. — Revue des travaux scientifiques, XVII, XVIII. 1897-98. 8°. — Journal des Savants, 1897 (juill.-déc.), 1898, 1899, 1900 (janv.-avr.). 4°. — Comptes rendus des Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements en 1897, 1898, 1899. Section des sciences. 1898-1900. 8°. — Exploration scientifique de la Tunisie. Mission géologiqoe en 1888. Journal du voyage. 1899. 8°. — Expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*, pendant les années 1880 à 1883. Mollusques testacés, I-II. 1897-98. 4°.

Ministère de la Marine. — Revue maritime et coloniale, CXXXIII, à CXLIV, CXLV (1). 1897-1900. 8°. — Annales maritimes et coloniales, 1817, 2me partie. 8°. — Mémorial de l'Artillerie de la Marine, I-III. 1873-75. 8°.

Ministère du Commerce. — Annales du Commerce extérieur, 1897 (8-12), 1898, 1899, 1900 (1-4). 8°.

Ministère de l'Agriculture. — Annales des haras et de l'agriculture, I, III. 1845-47. 8°.

Comité de Salut public. — Description de divers procédés pour extraire la soude du sel marin, faite en exécution d'un arrêté du Comité de Salut public du 8 Pluviose an 2 de la République française. Imprimé par ordre du Comité de Salut public. Paris, an III. 4°.

§ 2. — *Publications des Sociétés correspondantes.*

France.

Abbeville. *Société d'émulation.* — Mémoires, 4e série, III (2), IV (1). 1897-98. 8° ; 5e sér., II, III. 1897-99. 4°. — Bulletin trimestriel, 1896, 1897, 1898, 1899 (1-2). 8°.

Amiens. *Société Linnéenne du Nord de la France.* — Bulletin men-

suel, XIII (293-302), XIV (303-322). 1897-99. 8°. — Mémoires, IX. 1893-98. 8°.

ANGERS. *Académie des sciences et belles-lettres.* — Mémoires, III. 1894-95. 8°. — Souvenir de la Séance solennelle du 2e centenaire de la fondation de l'Académie des sciences et belles-lettres d'Angers. 1866. 8°. — Séance solennelle de rentrée du 22 nov. 1888. Discours. 1888. 8°.

ANGERS. *Société d'études scientifiques.* — Bulletin, XXVI, XXVII, XXVIII. 1896-98. 8°.

ANGERS. *Société d'horticulture de Maine-et-Loire.* — Annales, 1887 (1-2), 1888 (3-4), 1889 (1-2), 1897 (1-4), 1898 (1-4), 1899 (1-2). 8°.

ANNECY. *Société florimontane.* — Revue Savoisienne, XXXVIII (2-4), XXXIX (1-4), XL (1-4), XLI (1). 1897-1900. 8°.

ARGENTAN. — Le Cidre et le Poiré, I (1), III (1-12), IV (1-12), V (1-12), VI (1-12), VII (1-6). 1889-95. 8°.

AUTUN. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, X (1-2), XI (1). 1897-98. 8°.

AUXERRE. *Société des sciences historiques et scientifiques de l'Yonne.* — Bulletin, L (2) et suppl., LI (1-2), LII (1-2). 1896-98. 8°.

AVRANCHES. *Société d'archéologie, de littérature, sciences et arts.* — Revue de l'Avranchin, VIII (7-8), IX (1-8), X (1). 1897-1900. 8°. — Mémoires, XIII, XIV. 1897-99. 8°.

BAYEUX. *Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres.* — Mémoires, V. 1850-51. 8°.

BESANÇON. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Procès-verbaux et mémoires, 1897, 1898. 8°.

BESANÇON. *Société d'émulation du Doubs.* — Mémoires, 7e série, I, II, III. 1896-98. 8°.

BÉZIERS. *Société d'études des sciences naturelles.* — Bulletin, XIX, XX, XXI. 1896-98. 8°.

BONE. *Académie d'Hippone.* — Bulletin, XXIX. 1899. 4°. — Comptes rendus, 1897 (2-4), 1898 (1-3), 1899. 8°.

BORDEAUX. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Actes, 3e série, LVI, LVII, LVIII. 1894-96. 8°. — Cartulaire de l'Eglise collégiale de Saint-Sauveur de Bordeaux, 1897. 8°.

BORDEAUX. *Société Linnéenne.* — Actes, 6e série, I, II, III, IV, 1897-99. 8°.

BORDEAUX. *Société des sciences physiques et naturelles.* — Mémoires, 5e série, I, II, III (1-2), IV, V (1). 1895-99. 8°. — Procès-verbaux des séances, 1894-95 à 1898-99. 8°. — Observations pluviométriques et thermométriques, 1891-95 à 1898-99. 8°.

BOURGES. *Société historique, littéraire, artistique et scientifique du Cher.* — Mémoires, 3e sér., I, II. 1878-82. 4°; 4e sér., XI, 1898. 8°.

BREST. *Société académique.* — Bulletin, 2e sér., XXII, XXIII, XXIV. 1896-99. 8°.

CAEN. *Académie des sciences, arts et belles-lettres.* — Mémoires, II, III, IV. 1755-1760. 12°. — Exposé sommaire des travaux de l'Académie. 1805. 8° — Mémoires de l'Académie, 1821 : Analyse d'un mémoire sur la digue de Cherbourg, adressé à l'Académie par M. le baron Cachin. 1821. 4°. — Mémoires, 1889, 1897, 1898. 8°.

CAEN. *Société Linnéenne de Normandie.* — Bulletin, 5me sér., I, II. 1897-98. 8°. — Mémoires, 2e sér., III (1-3). 1877-99. 4°.

CAEN. *Société d'agriculture et de commerce.* — Mémoires, V (1-2). 1852-53. 8°.

CAEN. *Institut des provinces et des Congrès scientifiques.* — Année 1851. 8°.

CAEN. *Société française d'Archéologie.* — Congrès archéologique de France, IX, X, XIV, XXIV, XXVI, XXVII. 1842-60. 8°.

CHALONS. *Société d'agriculture, commerce, sciences et arts.* — Mémoires, 1896, 1897. 8°. — 2e sér., I (1-2). 1899. 8°.

CHAMBÉRY. *Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie.* — Mémoires, 4e sér., VI, VII. 1897-98. 8°.

CHARLEVILLE. *Société d'histoire naturelle des Ardennes.* — Bulletin, IV. 1897. 8°.

CHERBOURG. *Société académique.* — Mémoires, 1897-98. 8°.

CHERBOURG. *Société artistique et industrielle.* — Bulletin, nos 19, 20, 21-22. 1895-97. 8°.

CHERBOURG. *Société d'horticulture.* — Bulletin, nos 28, 29, 30. 1896-98. 8°.

CLERMONT-FERRAND. *Académie des sciences, lettres et arts.* — Mémoires, 2e sér., VII, X, XI, XII, XIII. 1894-99. 8°. — Bulletin historique et scientifique de l'Auvergne, 2e sér., 1897 (6-10), 1898 (1-10), 1899 (1-2, 4-10), 1900 (1-3). 8°.

DAX. *Société de Borda.* — Bulletin, XXII (2-4), XXIII (1-4), XXIV (1-4), XXV (1). 1897-1900. 8°.

DIJON. *Académie.* — Mémoires, 4e série, VI. 1897-98. 8°.

GRENOBLE. *Société de statistique de l'Isère.* — Bulletin, 4e sér., IV. 1899. 8°.

GUÉRET. *Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.* — Mémoires, 2e sér., V, VI, VII. 1898-99. 8°.

LA ROCHELLE. *Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure.* — Annales. Flore de France par Rouy et Foucaud, IV, V. 1897-99. 8°. — Annales 1897-99. 8°.

LE HAVRE. *Société géologique de Normandie.* — Bulletin, XVII, XVIII (1894-97). 1897-99. 8°.

LE HAVRE. *Société havraise d'études diverses.* — Recueil des publications, LXII (3-4), LXIII (1-4), LXIV (1-4), LXV (1-4), LXVI (1). 1895-98. 8°. — Résumé analytique des travaux de la seconde année, 1835 ; — de la huitième année, 1842. 8°. — Rapport sur les sépultures gallo-romaines du Havre. 1890. 8°.

LORIENT. *Société bretonne de géographie.* — Congrès national des Sociétés françaises de géographie, XVII[e] session, Lorient 1896. Compte rendu des travaux du Congrès. 1898. 8°

LYON. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires, 3[e] sér., Sciences et lettres, V. 1898. 8°.

LYON. *Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles.* — Annales, 7[e] série, V, VI. 1897-98. 8°.

LYON. *Société Linnéenne.* — Annales, XLIV, XLV, XLVI. 1897-99. 8°.

LYON. *Société botanique.* — Annales, XXII, XXIII. 1897-98. 8°.

MACON. *Académie.* — Annales, 2[e] série, I. 1878 ; XII. 1895. 8°.

MACON. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin trimestriel, n[os] 7 à 16. 1897-1900. 8°.

MARSEILLE. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires, 1896-1899. 8°.

MARSEILLE. *Faculté des sciences.* — Annales, VIII (5-10), IX (1-5), 1897-99. 4°.

MARSEILLE. *Institut colonial.* — Annales, III, IV, V (1). 1897-99. 8°.

MARSEILLE. *Société de statistique.* — Répertoire des travaux, XLIV (2). 1899. 8°.

MONTBÉLIARD. *Société d'émulation.* — Mémoires, XXVI (1-2). 1897-99. 8°.

MONTPELLIER. *Académie des sciences.* — Mémoires, 2[e] sér., sect. des sciences, II (5) ; sect. des lettres, II (1-2) ; sect. de médecine, I (2-3). 1897-99. 8°.

NANCY. *Académie de Stanislas.* — Mémoires, 5[e] sér., XIV, XV, XVI. 1896-99. 8°.

NANCY. *Société des sciences.* — Bulletin, 2[e] série, XV, XVI. 1897-99. — 3[e] sér. I (1-3). 1900. 8°.

NANTES. *Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure.* — Annales, 7[e] série, VIII, IX, X. 1897-99. 8°. — Centenaire de la Société académique de Nantes (1798-1898). 1899. 8°.

NANTES. *Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.* — Bulletin, VII (3-4), VIII (1-4), IX (1-4). 1897-99. 8°.

NICE. *Société des lettres, sciences et arts des Alpes-Maritimes.* — Annales, XVI. 1899. 8°.

NIMES. *Société d'étude des sciences naturelles.* — Bulletin, XXV (3-4), XXVI (1-4). 1897-99. 8°.

ORLÉANS. *Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts.* — Mémoires, XXXVI (1-6), XXXVII (1). 1897-99. 8°.

PARIS. *Académie des sciences.* — Comptes rendus hebdomadaires des séances, CXXI à CXXVIII. 1895-99. 4°.

PARIS. *Académie de médecine.* — Rapport général sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les Colonies françaises pendant les années 1896 et 1897. 8°. — Rapports annuels de la Commission permanente de l'hygiène de l'enfance pendant les années 1897 et 1898. 8°.

PARIS. *Association française pour l'avancement des sciences.* — Comptes rendus, XXII (2), XXIII (1-?), XXIV (1-2), XXV (1-2), XXVI (1-2), XXVII (1-2), XXVIII (1). 1893-99. 8°. — L'intermédiaire de l'AFAS, II (18-20), III, IV. 1897-99. 8°. — Bulletin de l'AFAS, nos 82-93. 1897-1900. 8°.

PARIS. *Bureau des Longitudes.* — Annuaires pour 1824, 1825, 1838, 1839, 1842, 1846, 1854, 1866, 1876, 1879, 1882 à 1895, 1899. 12°.

PARIS. *Comité ornithologique international.* — Ornis, IX (1-4), X (1-2). 1898-99. 8°.

PARIS. *École polytechnique.* — Journal de l'École polytechnique, 2e série, nos II, III, IV. 1897-98. 4°.

PARIS. — Feuille des jeunes naturalistes, nos 322 à 355. 1897-1900. 8°.

PARIS. — *Muséum d'Histoire naturelle.* — Rapport annuel de MM. les Professeurs et Chefs de service en 1879. 8°.

PARIS. *Observatoire.* — Mémoires, XXII. 1896. 4°.

PARIS. — Revue scientifique, 4e série, VIII (6-26), IX, X, XI, XII, XIII (1-21). 1897-1900. 4°.

PARIS. — Revue des sciences naturelles de l'Ouest, VII (2). 1897. 8°.

PARIS. *Société d'acclimatation.* — Bulletin, XLIV (8-11), XLV (1-11), XLVI (1-10), XLVII (1-4). 1897-1900. 8°. — Journal, nos 1-31, 33. 1897-99. 8°.

PARIS. *Société d'anthropologie.* — Bulletin, 4e série, VIII (2-6), IX, X (1-5). 1897-99. 8°. — Mémoires, 2e sér., II (2). 1898. 8°.

PARIS. *Société botanique de France.* — Bulletin, XLI (10), XLIII (10), XLIV (3-9 ; sess. extr. 1-2), XLV (1-9 bis), XLVI (1-7), XLVII (1-3). 1894-1900. 8°.

PARIS. *Société d'encouragement pour l'industrie nationale.* — Bulletin, 3e série, X. 1883. 4°.

PARIS. *Société de géographie.* — Bulletin, 7e série, XVII, XVIII, XIX, XX. 1896-99. 8°. — Comptes rendus des séances, 1897 (11-20), 1898, 1899. 8°. — La Géographie, I (1-5). 1900. 8°. — Notice sur la Société de Géographie de Paris. 1900. 8°.

PARIS. *Société géologique de France.* — Bulletin, 2e série, XV, XVI, XVII. 1857-60. 8°.

PARIS. *Société centrale d'horticulture de France.* — Journal, 3e série, XIX (7-12), XX, XXI. 1897-99 ; 4e série, I (1-4). 1900. 8°. — Expositions générales des produits de l'horticulture, mai 1898, mai 1899. 8°. — Congrès horticoles, 1898, 1899. 8°.

PARIS. *Société philomathique.* — Bulletin, 8e série, IX, X. 1897-98. 8°.

PARIS. *Société de secours des amis des sciences.* — Comptes rendus des 37e et 38e exercices. 1897-98. 8°.

PARIS. *Société zoologique.* — Bulletin, XXII, XXIII, XXIV. 1897-99. 8°. — Mémoires, X, XI, XII. 1897-99. 8°.

REIMS. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin, VII (4), VIII (1). 1898-99. 8°.

ROCHEFORT. *Société de géographie.* — Bulletin, XIX (3-4), XX, XXI. 1897-99. 8°.

ROUEN. *Académie des sciences, belles-lettres et arts.* — Précis analytique des travaux, 1896-97, 1897-98. 8°.

ROUEN. *Société des amis des sciences naturelles.* — Bulletin, XXXII, XXXIII, XXXIV. 1897-99. 8°.

SAINT-ÉTIENNE. *Société d'agriculture, industrie, sciences, arts et belles-lettres.* — Annales, 2e série, XVII (2-4), XVIII, XIX (1-3). 1897-99. 8°.

St-Lô. *Société d'agriculture, d'archéologie et d'histoire naturelle.* — Notices, mémoires et documents. XV, XVI, XVII. 1897-99. 8°.

St-QUENTIN. *Société Académique.* — Mémoires, 4e sér., XII. 1893-96. 8°.

TOULOUSE. *Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.* Mémoires, 9e série, IX. 1897. 8°. — Bulletin, I (1-3), II (1-4). 1897-99. 8°.

TOULOUSE. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI (1-2). 1894-99. 8°.

TROYES. *Société académique.* — Mémoires, 3e sér., XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI. 1896-99. 8°.

VERDUN. *Société philomathique.* — Mémoires, IX, X, XI, XIII (1-2). 1884-95. 8°.

VITRY-LE-FRANÇAIS. *Société des sciences et arts.* — Bulletin, XVIII, XX. 1892-99. 8°.

Iles Britanniques.

CAMBRIDGE. *Observatoire.* — Astronomical Observations made at the Observatory of Cambridge, XXIII (1872-75). 1898. 4°.

CAMBRIDGE. *Société scientifique.* — Transactions of the Cambridge Philosophical Society, XVI (2-4), XVII, XVIII. 1897-1900. 4°. — Proceedings. IX (6-9), X (1-5). 1897-1900. 8°.

DUBLIN. *Académie Royale d'Irlande.* — The Transactions of the Royal Irish Academy, XXXI (1-6). 1896-98. 4°. — Proceedings, 3e série, IV (4-5), V (1-4). 1897-1900. 8°. — List of the Members, 1898. 8°.

DUBLIN. *Société Royale.* — The scientific Transactions of the Royal Dublin Society, V (13), VI, VII (1). 1896-98. 4°. — The scientific Proceedings, VIII (5-6). 1897-98. 8°.

EDIMBOURG. *Société Royale.* — Proceedings of the Royal Society, XXI. 1895-97. 8°.

EDIMBOURG. *Société Royale de Physique.* — Proceedings of the Royal Physical Society, 1896-97, 1897-98, 1898-99. 8°.

EDIMBOURG. *Société botanique.* — Transactions and proceedings of the Botanical Society, XXI (1-3). 1897-99. 8°.

GLASGOW. *Société d'histoire naturelle.* — Proceedings and Transactions of the Natural History Society, nouv. série, V (1-2). 1897-98. 8°.

GREENWICH. *Observatoire Royal.* — Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory Greenwich, in the years 1894, 1895. (1897-98). 4°.

LIVERPOOL. *Société littéraire et scientifique.* — Proceedings of the Literary and Philosophical Society, L, LI. 1896-97. 8°.

LONDRES. *Société Royale.* — Proceedings of the Royal Society, LXI (376-378), LXII (379-388), LXIII (389-401), LXIV (402-412), LXV (413-423), LXVI (424-429). 1897-1900. 8°. — Year-book, I, II. 1897-98. 8°.

LONDRES. *Société Royale astronomique.* — Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, LVII (9), LVIII (1-9, app.), LIX (1-10), LX (1-7). 1897-1900. 8°.

LONDRES. *Société Linnéenne.* — The Journal of the Linnean Society : Zoology, XXVI (168-172), XXVII (173-178). 1897-99. 8°. — Botany, XXXIII (229-234), XXXIV (235-239). 1897-99. 8°. — Proceedings, 1897-1899. 8°. — Lists, 1898, 1899, 1900. 8°.

LONDRES. *Société Royale de microscopie.* — Journal of the Royal Microscopical Society, 1895 (2-3), 1897 (4-6), 1898 (1-6), 1900 (1-2). 8°.

LONDRES. *Institut des Ingénieurs civils.* — Minutes of proceedings of the Institution of Civil Engineers, CXXIX à CXXXIX. 1897-1900. 8°. — Brief Subject-Index, vol. 126 to 138. 1897-99. 8°. — Report of the Committee on the thermal efficiency of steam-engines. 1898. 8°. — Charter, By-Laws and Regulations, and List of Members. 1898. 8°.

LONDRES. — The Engineering magazine, XIV (1-3, 5), XVII (1-3, 5-6), XVIII (1, 4-5). 1897-1900. 8°.

MANCHESTER. *Société littéraire et scientifique.* — Memoirs of the

Literary and Philosophical Society of Manchester, 4e sér. XLI (4), XLII (1-5), XLIII (1-5), XLIV (1-3). 1897-1900. 8°.

Belgique.

BRUXELLES. *Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.* — Bulletins, 3e série, XXIX à XXXVI. 1895-98. 8°. — Table générale du Recueil des Bulletins, 3e série I-XXX. 1898. 8°. — Notices biographiques et bibliographiques, 4e édit. 1896. 8°. — Réglements et documents concernant les trois Classes, 1896. 8°. — Annuaire, 1896, 1897, 1898, 1899. 16°.

BRUXELLES. *Musée du Congo.* — Annales. Botanique : Illustrations de la flore du Congo, I (1, 2, 5) ; Contributions à la flore du Congo, I (1). — Zoologie : matériaux pour la faune du Congo, Poissons I (1, 2, 4, 5). — Ethnographie et Anthropologie : L'âge de la pierre au Congo, I (1) ; Les collections ethnographiques du Musée du Congo. I (1). 1898-1900. f°.

BRUXELLES. *Observatoire Royal.* — Annales météorologiques, III, IV. 1895. 4°. — Annales astronomiques, VII. 1889. 4°. — Annuaire, LVI à LXIV. 1889-97. 16°. — Bibliographie générale de l'Astronomie, I (2). 1889. 4°. — Bulletin mensuel du magnétisme terrestre, 1899 (janv.-oct.), 1900 (janv.-févr.) 16°.

BRUXELLES. *Société Royale de Botanique.* — Bulletin, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVII. 1895-98. 8°.

BRUXELLES. *Société entomologique de Belgique.* — Annales, XL, XLI, XLII. 1896-98. 8°. — Mémoires, n° 6. 1897. 8°.

BRUXELLES. *Société Royale Linnéenne.* — Bulletin, XVII (6-9), XVIII (1-9), XIX, XX, XXI, XXII (1-4. 6-9), XXIII (1-6, 8-9), XXIV, XXV (2-3, 6). 1892-1900. 8°.

BRUXELLES. *Société malacologique de Belgique.* — Annales, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI (1), XXXII, XXXIII (1-2). 1893-99. 8°. — Procès-verbaux, XXIV (6-12), XXV, XXVI, XXVII. 1893-98. 8°.

BRUXELLES. *Société belge de microscopie.* — Annales, XXI, XXII, XXIII, XXIV. 1897-99. 8°. — Bulletin, XXIII (4-11), XXIV, XXV. 1897-99. 8°.

LIÈGE. *Société Royale des sciences.* — Mémoires, 3e série, I. 1899. 8°.

LIÈGE. *Société géologique de Belgique.* — Annales, XXII (3), XXIII (3), XXIV (2-3), XXV (1-2), XXVI (1-3), XXVII (1). 1897-1900. 8°.

MONS. *Société des sciences, arts et lettres du Hainaut.* — Mémoires et publications, 5e sér., IX, X. 1897-98 ; 6e sér., I. 1899. 8°.

Pays-Bas.

AMSTERDAM. *Académie Royale des sciences.* — Verhandelingen der Koninglijke Akademie van Wetenschappen, Eerste Sectie : V (3-8), VI (1-7) ; Tweede Sectie : V (4-10), VI (1-8). 1897-99. 8°. — Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling, V, VI, VII. 1897-99. 8°. — Proceedings of the Section of Sciences, I. 1899. 4°. — Jaarboek, 1896, 1897, 1898. 8°.

AMSTERDAM. *Société mathématique.* — Nieuw Archief voor Wiskunde, 2e sér., III (4), IV (1-3). 1897-99. 8°. — Wiskundige opgaven met de oplossingen, VII (4-7), VIII (1). 1897-99. 8°. — Revue semestrielle des publications mathématiques, V (2), VI (1-2), VII (1-2), VIII (1). 1897-99. 8°. — Table des matières contenues dans les 5 volumes de la Revue, 1893-97. 8°. — Verslag van de 120e algemeene vergadering. 1899. 8°.

BOIS-LE-DUC. *Société des arts et sciences.* — Handelingen van het provinciaal Genootschap van Kunsten en Wetenschappen in Noord-Brabant, 1893-97. 1898. 8°. — Werken, VII, VIII. 1899. 8°. — Nieuwe Catalogus der oorkonden en handschriften berustende in de Boekerij. 1900. 8°.

DELFT. *Ecole polytechnique.* — Annales, VIII (3-4). 1897. 4°.

GRONINGUE. *Société des sciences naturelles.* — Verslag van het Natuurkundig Genootschap te Groningen, XCVI, XCVII, XCVIII. 1896-98. 8°. — Bijdragen tot de kennis van de Provincie Groningen en omgelegen streeken, I (1-2). 1899-1900. 8°.

HARLEM. Flora Batava, livr. 315 à 328. 1896-99. 4°.

HARLEM. *Société Hollandaise des sciences.* — Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles, 2e sér., I (2-5), II (1-5), III (1-5). 1897-1900. 8°.

HARLEM. *Société pour le progrès de l'Industrie.* — Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsch Maatschappij ter bevordering van Nijverheid, nouv. sér., I (8-12), II (1-12), III (1-12). 1897-99. 8°.

HARLEM. *Musée Teyler.* — Archives du Musée Teyler, 2e sér., V (3-4), VI (1-5). 1897-1900. 8°.

LEIDE. *Musée d'ethnographie.* — Rijks etnographisch Museum te Leyden. Verslag von den Directeur over het tijdvak van 1 oct. 1898 tot 30 sept. 1899. 's Gravenhage, 1899. 8°.

MIDDELBOURG. *Société des sciences de la Zélande.* — Archief. Vroegere en latere mededeelingen voornamelyk in betrekking tot Zeeland. VIII (1-2). 1895-97. 8°. — Zelandia illustrata, 2e vervolg. 1897. 8°.

NYMÈGUE. *Société néerlandaise de botanique.* — Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en mededeelingen der Neder-

landsche botanische Vereeniging, 3e sér., I (2-4). 1897-99. 8°. — Prodromus Floræ bataviæ. II (2). Lichenes. 1898. 8°.

ROTTERDAM. *Société des sciences.* — Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte, 2e sér., III (1-3), IV (1-2). 1882-90. 4°. — Catalogus van de Bibliotheek. 1899. 8°.

UTRECHT. *Société provinciale des arts et des sciences.* — Verslag van het verhandelde in de algemeene vergadering van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. 1897, 1898, 1899. 8°. — Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie-vergaderingen, ter gelegenheid van de algemeene vergadering, 1897, 1898, 1899. 8°.

UTRECHT. *Institut météorologique.* — Nederlandsch meteorologisch Jaarboek, XLVII (1895), XLVIII (1896). 1897-98. 4°.

Danemark.

COPENHAGUE. *Académie Royale des sciences.* — Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 6e série, Naturvidenskabelig och mathematisk afdeling, IV (3), VIII (3-6), IX (1-3), X (1). 1897-99. 4°. — Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, 1896 (6), 1897, 1898, 1899, 1900 (1). 8°.

COPENHAGUE. *Société botanique.* — Botanisk Tidsskrift, XXI (2-3), XXII (1-3). 1897-99. 8°.

COPENHAGUE. *Société d'histoire naturelle.* — Videnskabelige Meddelelser fra Naturhistorisk Forening i Kjöbenhavn, 5e série, IX, X. 1897-98 ; 7e série, I. 1899. 8°.

Suède et Norvège.

CHRISTIANIA. *Société des sciences naturelles.* — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, XXXIV (3-4), XXXV (1-3), XXXVI (1-4). 1893-98. 8°.

GOETEBORG. *Société des sciences.* — Göteborgs Kongl. Vetenskaps och Vitterhets Samhället Handlingar, 4e sér., I, II. 1898-99. 8°.

LUND. *Université.* — Acta Universitatis Lundensis. II. Fysiografiska Sällskapets Handlingar, XXXIII, XXXIV. 1897-98. 4°.

STOCKHOLM. *Académie Royale des sciences.* — Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII. 1896-1900. 4°. — Oefversigt, LIII, LIV, LV, LVI. 1897-99. 8°. — Bihang, XXII (1-2), XXIII (1-4), XXIV (1-4). 1897-

99. 8°. — Sveriges offentliga Bibliotek Accessions-katalog. XI, XII, XIII. 1896-98. 8°.

TRONDHJEM. *Société Royale des sciences.* — Det Kongelige Videnskabs Selskabs Skrifter, 1896, 1897, 1898. 8°.

TROMSOE. *Muséum.* — Tromsoe Museums Aarsberetning for 1894, 1895, 1896, 1897. 8°. — Aarshefter, XIX, XX. 1895-97. 8°.

UPSAL. *Institut géologique.* — Bulletin of the geological Institution of the University of Upsala, III (6), IV (7). 1897-98. 8°.

UPSAL. *Observatoire.* — Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal, XXIX, XXX, XXXI. 1897-99. 4°.

UPSAL. *Société Royale des sciences.* — Nova Acta regiæ Societatis scientiarum Upsaliensis, 3e sér., XVII (2), XVIII (1). 1898-99. 4°.

Russie.

DORPAT. *Société des sciences naturelles.* — Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Jurjeff, XI (1-2), XII (1). 1895-98. 8°. — Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, 2e série, XI (1-2). 1896-97. 8°. — Schriften, IX, 1896. 8°.

EKATERINEBOURG. *Société Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles.* — Bulletin, XV, XVI, XVII (1-2), XIX. 1895-97. 4°.

HELSINGFORS. *Société finlandaise des sciences.* — Acta societatis scientiarum fennicæ, XXI, XXII, XXIII, XXIV. 1896-99. 4°. — Oefversigt af Finska Vetenskaps Societetens förhandlingar, XXXVIII, XXXIX. 1896-97. 8°. — Bidrag till kännedöm af Finlands natur och folk, LVII. 1899. 8°. — Observations publiées par l'Institut météorologique central, XVI (1). 1896. 4°. — Observations météorologiques (1881-1890). 1897. f°.

HELSINGFORS. *Société d'histoire naturelle.* — Acta Societatis pro fauna et flora fennica, V (3), VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVII. 1890-99. 8°. — Meddelanden, XVIII à XXIII. 1892-98. 8°. — Botanische Sitzungsberichte, I-IV (1887-91). Cassel 1889-95. 8°. — Herbarium Musei fennici, ed. 2a. II. Musci. 1894. 8°.

KHARKOFF. *Société de médecine scientifique et d'hygiène annexée à l'Université.* — Troudi obchtchestva naoutchnoi meditsini i higieni, 1896, 1897, 1898. 8°. — 25e Anniversaire de la Société 1898. 8°.

KIEFF. *Société des sciences naturelles.* — Zapiski Kievskago Obchtchestva estestvoispitateleï. XIV (2), XV (1-2). 1897-98. 8°.

MOSCOU. *Société Impériale des Naturalistes.* — Bulletin, 2e sér. X (4), XI (1-4), XII (1). 1897-99. 8°.

ODESSA. *Société des sciences naturelles de la Nouvelle-Russie.* —

Zapiski Novorossiiskago Obchtchestva Estestvoispitatelei, XX (2), XXI (1-2), XXII (1). 1896-98. 8°.

RIGA. *Société des naturalistes.* — Correspondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga, XL, XLI, XLII. 1898-99. 8°. — Arbeiten, VIII, IX. 1899. 4° et 8°.

SAINT-PÉTERSBOURG. *Académie Impériale des sciences.* — Mémoires, 7e sér., XLII (13-14). 1894. 4°. — 8e sér. Classe physico-mathémathique, V (6-13), VI (1-10). 1897-98. 4°. — Classe historico-philologique, I (7), II (1-2). 1897. 4°. — Bulletin, 5e série, VI (4-5), VII (1-5), VIII (1-5), IX (1). 1897-98. 4°.

SAINT-PÉTERSBOURG. *Jardin botanique.* — Acta Horti Petropolitani, XIV (2). 1898. 8°.

SAINT-PÉTERSBOURG. *Observatoire physique central de Russie.* — Annalen des physikalischen Central Observatoriums. 1896 (1-2). 4°.

SAINT-PÉTERSBOURG. *Société Impériale russe de géographie.* — Izviéstiia Imperatorskago Rousskago geographitcheskago Obchtchestva, XXXII (5-6), XXXIII (1-6), XXXIV (1-4). 1896-98. 8°. — Ottchett, 1896, 1897. 8°. — Jivaia starina, perioditcheskoe izdanie otdiéleniia etnographii, I, II. 1890. 4°.

Allemagne.

ANNABERG. *Société des sciences naturelles.* — XX. Bericht über den Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde. 1898. 8°.

AUGSBOURG. *Société des sciences naturelles.* — XXXIII. Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. 1898. 8°.

BAMBERG. *Société des sciences naturelles.* — Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, XVII. 1899. 8°.

BERLIN. *Académie Royale des sciences.* — Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, 1897 (26-53), 1898 (1-54), 1899 (1-53), 1900 (1-22). 4°.

BERLIN. *Société botanique.* — Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, XXXIX, XL, XLI. 1897-98. 8°.

BERLIN. *Société de géographie.* — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, XXXII (3-6), XXXIII (1-6), XXXIV (1-6). 1897-99. 8°. — Verhandlungen, XXIV (6-10), XXV (1-10), XXVI (1-10), XXVII (1-4). 1897-1900. 8°. — Siebenter Internationaler Geographen-Kongress, Berlin 1899. Vorläufige Mittheilungen über Organisation und Programm. 1899. 8°. — Programm wissenschaftlichen Ausflüge. 1899. 4°.

BERLIN. *Société géologique.* — Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XLIX (2-4), L (1-4), LI (1-3). 1897-99. 8°.

BERLIN. *Société d'horticulture.* — Gartenflora, XLIII (24), XLV (1), XLVI (15-24), XLVII (1-24), XLVIII (1-24), XLIX (1-10). 1894-1900. 8°. — Verzeichniss der auf der grossen allgemeinen Gartenbau-Ausstellung zur Feier des 75jährigen Bestehens des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in der preussischen Staaten. 1897. 8°. — Katalog. der Bibliothek, 6e éd. 1897. 8°.

BERLIN. *Société des naturalistes.* — Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, 1896, 1897, 1898, 1899. 8°.

BERLIN. *Société de physique.* — Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft, XVI (9-10), XVII (1-13). 1897-98. 8°. — Nouv. sér. I (1-15), II (1-9). 1899-1900. 8°.

BONN. *Société d'histoire naturelle.* — Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens, LIII (2), LIV (1-2), LV, LVI (1). 1896-99. 8°.

BONN. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, 1896 (2), 1897 (1-2), 1898 (1-2), 1899 (1). 8°.

BRÊME. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen herausgegeben von naturwissenschaftlichen Vereine in Bremen, XIV (3), XV (2), XVI (1-2). 1897-99. 8°.

BRESLAU. Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, LXXIV, LXXV, LXXVI. 1897-98. 8°. — Litteratur des Landes- und Volkskunde der Provinz Schlesien, V, VI. 1897-98. 8°.

BRUNSWICK. *Société des sciences naturelles.* — X. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig, 1895-96. 8°.

CHEMNITZ. *Société des sciences naturelles.* — XIII. Bericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 1896. 8°.

COLMAR. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, nouv. sér., IV. 1897-98. 8°.

DANTZIG. *Société des sciences naturelles.* — Schriften der Naturforschenden Gesellschaft, IX (2-4), X (1). 1897-99. 4°.

DARMSTADT. *Sociétés géographique et géologique.* — Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Grossh. geologischen Landesanstalt, 4e sér., XVII, XVIII, XIX. 1896-98. 8°.

DRESDE. *Société Isis.* — Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis, 1897, 1898, 1899. 8°.

DRESDE. *Société de géographie.* — Jahresbericht des Vereins für Erdkunde, XXVI. 1898. 8°.

DRESDE. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Jahresbe-

richt der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, 1897, 1898, 1899. 8°.

DURCKHEIM. *Société Pollichia.* — Mittheilungen der Pollichia, LVI (12). 1898. 8°.

ELBERFELD. *Société d'histoire naturelle.* — Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins, IX. 1899. 8°.

EMDEN. *Société des sciences naturelles.* — Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft, LXXXI, LXXXII, LXXXIII-LXXXIV. 1896-99. 8°. — Kleine Schriften, XIX. 1899. 8°.

ERFURT. *Académie des sciences.* — Jahrbücher der kön. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften, XXIV, XXV. 1898-99. 8°.

ERLANGEN. *Société physico-médicale.* — Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. XXIX, XXX. 1897-98. 8°.

FRANCFORT-SUR-MEIN. *Société des sciences naturelles.* — Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft, 1897, 1898, 1899. 8°. — Abhandlungen, XX (2), XXI (1-4), XXIII (4), XXIV (1-4), XXVI (1). 1897-99. 4°. — Katalog der Reptilien-Sammlung in Museum, II. 1898. 8°.

FRIBOURG en Brisgau. *Société des sciences naturelles.* — Bericht der Naturforschenden Gesellschaft, X (1-3), XI (1). 1897-99. 8°.

GIESSEN. *Société des sciences naturelles et médicales.* — Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, XXXII. 1897-99. 8°.

GOERLITZ. *Société des sciences.* — Neues Lausitzisches Magazin, herausgegeben von der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften, LXXIII, LXXIV, LXXV. 1897-99. 8°. — Codex diplomaticus Lusatiæ superioris, II (2, 3, 4). 1897-99. 8°.

GOERLITZ. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft, XXII. 1898. 8°.

GOETTINGUE. *Société Royale des sciences.* — Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften. Geschäftliche Mittheilungen, 1897 (2), 1898 (1-2), 1899 (1) ; Mathematisch-physische Klasse, 1897 (2-3), 1898 (1-4), 1899 (1-3). 8°.

GREIFSWALD. *Société des sciences naturelles.* — Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen, XXIX, XXX, XXXI. 1897-99. 8°.

HALLE. *Académie des Curieux de la Nature.* — Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ Naturæ Curiosorum, LXV, LXVI, LXVII, LXVIII, LXIX. 1896-98. 4°. — Leopoldina, XXXII, XXXIII. 1896-97. 4°. — Katalog der Bibliothek, VII, VIII. 1896-97. 8°.

HALLE. *Société de géographie.* — Mittheilungen des Vereines für Erdkunde, 1897, 1898, 1899. 8°.

HAMBOURG. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen der naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, 4e sér., V, VI. 1897-98. 8°.

HAMBOURG. *Société d'histoire naturelle.* — Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung, X. 1896-98. 8°.

HANAU. *Société des sciences.* — Bericht der Wetterauischen Gesellschaft, 1895-99. 8°.

HANOVRE. *Société d'histoire naturelle.* — Festschrift. Geschichte und 44-47jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, 1897. 8°. — Flora der Provinz Hannover, 1897. 8°. — Katalog der Vogelsammlung aus der Provinz Hannover, 1897. 8°. — Katalog der systematischen Vogelsammlung der Provinzial-Museums in Hannover. 1897. 8°. — Verzeichniss der in Provinzial-Museum zu Hannover vorhandenen Säugethiere. 1897. 8°.

HEIDELBERG. *Société d'histoire naturelle et de médecine.* — Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg, nouvelle série, VI (1-3). 1898-99. 8°.

KASSEL. *Société des sciences naturelles.* — Abhandlungen und Bericht des Vereins für Naturkunde, XLII, XLIII, XLIV. 1897-99. 8°.

KIEL. *Commission pour l'exploration scientifique des mers d'Allemagne.* — Wissenschaftliche Meeruntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland, III, IV, V (1). 1898-1900. 4°.

KIEL. *Société des sciences naturelles.* — Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, XI (2). 1898. 8°.

KOENIGSBERG. *Société physico-économique.* — Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft, XXXVIII, XXXIX, XL. 1897-99. 4°.

LANDSHUT. *Société botanique.* — Bericht des botanischen Vereines, XV. 1896-97. 8°.

LEIPZICK. *Journal botanique.* — Botanische Zeitung, LV (I. 8-12; II, 15-24), LVI (I. 1-12; II. 1-24), LVII (I. 1-12; II. 1-12, 14-24), LVIII (I. 1-4; II. 1-10). 1897-1900. 4°.

LEIPZICK. *Société Royale des sciences.* — Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, XXIV, XXV, XXVI (1-2). 1897-1900. 8°. — Berichte über die Verhandlungen, mathematisch-physische Classe, XLIX (3-6), L, LI, LII(1). 1897-1900. 8°. —

Sachregister der Abhandlungen und Berichte der mathematisch-physische Classe. 1897. 4°.

LEIPZICK. *Société Jablonowski.* — Jahresbericht der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft, 1898. 8°.

LEIPZICK. *Société de géographie.* — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde, 1897, 1898, 1899. 8°. — Wissenschaftliche Veröffentlichungen, III (3-4). 1899. 8°.

LEIPZICK. *Société des sciences naturelles.* — Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft, XXII-XXIII, XXIV-XXV. 1895-98. 8°.

LUNEBOURG. *Société des sciences naturelles.* — Jahreshefte des naturwissenschaftlichen Vereins für das Fürstenthum Lüneburg, XIV. 1896-98. 8°.

LUXEMBOURG. *Institut grand-ducal : Section des sciences naturelles et mathématiques.* — Publications, XXV. 1897. 8°.

LUXEMBOURG. *Société botanique.* — Recueil des mémoires et travaux. XIII. 1890-96. 8°.

METZ. *Académie.* — Mémoires de l'Académie de Metz, 3e série, XXV, XXVI. 1896-97. 8°.

METZ. *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, 2e série, XIX, XX. 1895-98. 8°.

MULHOUSE. *Société industrielle.* — Bulletin de la Société industrielle, LXVII (7-12), LXVIII (1-12), LXIX (1-12), LXX (1-4). 1897-1900. 8°. — Programme des prix à décerner en 1898, 1899, 1900. 8°.

MUNICH. *Académie Royale des sciences.* — Sitzungsberichte der matematisch-physikalischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, 1897 (2-3), 1898 (1-3), 1899 (1). 8°. — Abhandlungen, XIX (2-3), XX (1-2). 1898-99. 4°. — Festrede, 1896, 1898. 4°.

MUNICH. *Observatoire.* — Neue Annalen der kön. Sternwarte in Bogenhausen bei München, III. 1898. 4°.

MÜNSTER. *Société des sciences et arts de Westphalie.* — Jahresbericht der Westfälischen Provinzial Vereins für Wissenschaft und Kunst, XXI-XXVI. 1893-98. 8°.

NUREMBERG. *Société d'histoire naturelle.* — Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg, X (5), XI, XII. 1897-99. 8°.

OSNABRÜCK. *Société des sciences naturelles.* — Jahresbericht der naturwissenschaftlicher Vereins, XII, XIII. 1897-98. 8°.

RATISBONNE. *Société des sciences naturelles.* — Berichte des naturwissenschaftlichen Vereines zu Regensburg, VI. 1896-97. 8°.

STUTTGART. — *Société des sciences naturelles.* — Jahreshefte des

Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, LIII. LIV, LV. 1897-99. 8°.

WIESBADEN. *Société des sciences naturelles.* — Jahrbucher der Nassauischen Vereins für Naturkunde, L, LI, LII. 1897-99. 8°.

WURZBOURG. *Société physico-médicale.* — Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, XXXI, XXXII. 1897-98. 8°. — Sitzungsberichte, 1897 (1-9). 8°. — Festschrift zur Feier ihres fünfzigjährigen Bestehens, 1899. 4°.

Autriche-Hongrie.

AGRAM (ZAGREB). *Société d'histoire naturelle de Croatie.* — Glasnik hrvatskoga naravostovnoga drůstva, VI-XI. 1891-1900. 8°.

BRUNN. *Club des naturalistes.* — Erster Bericht des Clubs für Naturkunde, 1896-98. 12°.

BRUNN. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn, XXV, XXVI, XXVII. 1896-98. 8°. — Bericht der meteorologischen Commission, XV, XVI, XVII. 1895-97. 8°.

BRUNN. *Musée.* — Museum Francisceum : Annales MDCCCXCVI. 1897. 8°.

BUDAPEST. *Académie hongroise des sciences.* — Mathematikai és természettudomanyi Közlemények, XXVII (1-3). 1897-99. 8°. — Mathematikai és természettudomanyi Ertesitö, XIV (3-5), XV (1-5), XVI (1-5), XVII (1-2). 1896-99. 8°. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, XIII (2), XIV, XV. 1895-97. 8°. — Rapport sur les travaux de l'Académie hongroise des sciences en 1896, 1897, 1898. 8°.

CRACOVIE. *Académie des sciences.* — Bulletin international, 1897 (juin-déc.), 1898, 1899, 1900 (janv.-mars). 8°. — Rozprawy Akademii Umiejetnosci. Wydzial matematyczno-przyrodniczy, X-XVII. 1898-1900. 8°. — Sprawozdanie komisyi fizyograficznej, XXI-XXIV. 1896-99. 8°. — Misura universalis di Tito Livio Burattini. Krakowie 1897. 4°.

GRATZ. *Société des médecins.* — Mittheilungen des Vereines der Aerzte in Steiermark, XXXIV, XXXV. 1897-98. 8°.

GRATZ. *Société des sciences naturelles.* — Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, XXXIII, XXXIV, XXXV. 1896-99. 8°.

HERMANNSTADT. *Société des sciences naturelles de Transylvanie.* — Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen

Vereins für Naturwissenschaften, XLVI, XLVII, XLVIII. 1896-98. 8°.

Innsbruch. *Museum.* — Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg, 3e série, XLI, XLII, XLIII. 1897-99. 8°. — Register. 1897. 8°.

Klagenfurt. *Muséum d'histoire naturelle.* — Jahresbericht des naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten, XXV. 1899. 8°. — Diagramme der magnetischen und meteorlogischen Beobachtungen in Klagenfurt, Dec. 1897 bis Nov. 1898. f°. — Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Kärntnerischen naturhistorischen Landes-Museums in Klagenfurt. 1898. 4°.

Kolozsvart. *Muséum d'histoire naturelle.* — Ertesitö as Erdely Muzeum-Egylet. Orvos-természettudomanyi szakosztalyabol. Természettudomanyi szak, 22e année, XIX (1-2). 1897. 8°.

Linz. *Muséum.* — Bericht über das Museum Francisco-Carolinum, LVI. 1898. 8°.

Pola. *Bureau hydrographique de la Marine Impériale.* — Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, XXV (9-12), XXVI (1-12), XXVII (1-12), XXVIII (1-6). 1897-1900. 8°. — Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der kais.-königl. Kriegs-marine in Pola, Fortlaufende nr 1-8. 1897-99. 4°. — Meteorologische Termin-Beobachtungen in Pola, Sebenico und Teodo. Janv. 1898 à Mars 1900. 4° obl.

Prague. *Observatoire.* — Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag. LVIII, LIX. 1897-98. 4°.

Prague. *Société Royale des sciences.* — Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kön. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1896 (1-2), 1897 (1-2), 1898, 1899. 8°. — Jahresbericht, 1896, 1897, 1898, 1899. 8°.

Prague. *Société d'histoire naturelle « Lotos ».* — Sitzungsberichte des deutschen naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines für Böhmen « Lotos », XVI, XVII, XIX. 1896-99. 8°.

Presbourg. *Société des sciences médicales et naturelles.* — Verhandlungen des Vereines für Heil- und Naturkunde, (A Pozsonyi Orvos-természettudomanyi Egyesület Közleményei), IX, X. 1894-98. 8°.

Rovereto. *Académie des sciences, lettres et arts.* — Atti dell' I. R. Accademia di scienze, lettere ed arti degli Agiati, ser. 3a, I (1-2), II (1-3), III (1-4), IV (1-4), V (1-4). 1895-99. 8°. — Statuto interno. 1898. 8°. — Per il centocinquantesimo anniversario 1900 dalla fondazione della I. R. Accademia di scienze, lettere ed arti degli Agiati di Rovereto. 1899. 8°.

VIENNE. *Académie Impériale des sciences.* — Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften : Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, CVI (I, II[a], II[b], III), CVII (I, II[a], II[b], III). 1897-98. 8°. — Register zu den Bänden 101-105. XIV. 1897. 8°. — Anzeiger, 1897 (18-27), 1898 (1-8). 8°.

VIENNE. *Institut géologique.* — Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, XLVII (2-4), XLVIII (1-4), XLIX (1-3). 1897-99. 4°. — Verhandlungen, 1897 (9-18), 1898 (1-18), 1899 (1-18), 1900 (1-5). 4°.

VIENNE. *Journal botanique.* — Oesterreichische botanische Zeitschrift. XLVII (7-12), XLVIII (1-12), XLIX (1-12), L (1). 1897-1900. 8°.

VIENNE. *Musée d'histoire naturelle.* — Annalen der k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Jahresbericht für 1896. 4°.

VIENNE. *Société de zoologie et de botanique.* — Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, XLVII, XLVIII, XLIX. 1897-99. 8°.

VIENNE. *Société pour la diffusion des sciences naturelles.* — Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlichen Kenntniss, XXXVIII, XXXIX. 1898-99. 12°.

Roumanie.

BUKHAREST. *Institut météorologique de Roumanie.* — Analela Institutului meteorologic al Romaniei, XII, 1896. Bucuresti 1898. 4°.

Suisse.

BALE. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Bazel, XI (3), XII (1-2). 1897-1900. 8°. — Der Basler Chemiker Christ. Friedr. Schönbein Hundert Jahre nach seiner Geburt gefeiert von der Universität und der Naturforschenden Gesellschaft. 1899. 8°.

BERNE. *Société de botanique.* — Berichte der Schweizerischen botanischen Gesellschaft, VII, IX. 1897-99. 8°.

BERNE. *Société helvétique des sciences naturelles.* — Actes, LXXX, LXXXI. 1897-98. 8°. — Compte rendu des travaux, sessions 80, 81. Genève 1897-98. 8°.

BERNE. *Société des sciences naturelles.* — Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, 1897. 8°.

COIRE. *Société des sciences naturelles.* — Jahres-Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens, XL, XLI, XLII. 1897-99. 8°. — Die Fische des Kantons Graubünden. Zurich 1898. 8°.

FRAUENFELD. *Société des sciences naturelles.* — Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, XIII. 1898. 8°.

FRIBOURG. *Société Fribourgeoise des sciences naturelles.* — Bulletin, VII (1-4). 1897-98. 8°.

GENÈVE. *Herbier Boissier.* — Bulletin, V (9-12), VI (1-12) VII (1-12). 1897-99. 8°. — Mémoires, nos I-XV. 1900. 8°.

GENÈVE. *Institut national genévois.* — Bulletin, XXXIV. 1897. 8°.

GENÈVE. *Société de physique et d'histoire naturelle.* — Mémoires, XXXIII (1). 1898. 4°.

LAUSANNE. *Société vaudoise des sciences naturelles.* — Bulletin, XXXIII (124-126), XXXIV (127-130), XXXV (131-134), XXXVI (135). 1897-1900. 8°.

NEUCHATEL. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV. 1893-97. 8°.

NEUCHATEL. *Société de géographie.* — Bulletin, VII, IX, X, XI. 1892-99. 8°.

SAINT-GALL. *Société des sciences naturelles.* — Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 1894-95, 1895-96, 1896-97. 8°.

SION. *Société Murithienne.* — Bulletin des travaux, XXIII, XXIV, XXV, XXVI. 1894-97. 8°.

ZURICH. *Société des sciences naturelles.* — Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, XLII, XLIII, XLIV, XLV (1-2). 1897-1900. 8°.

Italie

BOLOGNE. *Académie des sciences.* — Memorie della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, 5ª sér., V, VI. 1895-97. 4°. — Rendiconti, I (1-4). 1895-97. 8°.

CATANE. *Académie des sciences naturelles.* — Bullettino delle sedute dell' Accademia Gioenia di scienze naturali, nos 48-59, 61. 1897-99. 8°. — Atti, 4ª ser., X, XI. 1897-98. 4°.

FLORENCE. *Académie des Géorgophiles.* — Atti della Reale Accademia economico-agraria dei Georgofili, 4ª ser., XX (2-4), XXI (1-4), XXII (1-4). 1897-99. 8°.

FLORENCE. *Journal botanique.* — Nuovo Giornale botanico italiano, 2ª sér., IV (3-4), V (1-4), VI (1-4). 1897-99. 8°.

FLORENCE. *Société botanique italienne.* — Bullettino della Società botanica italiana, 1897 (5-7), 1898 (1-8), 1899 (1-6). 8°.

FLORENCE. *Société entomologique italienne.* — Bullettino della So-

ciétà entomologica italiana, XXIX (1-4), XXX (1-4), XXXI (1-4). 1897-99. 8°.

GÊNES. Malpighia, Rassegna mensuale di Botanica, XI (6-12), XII (1-12), XIII (1-10). 1897-1900. 8°.

GÊNES. *Musée d'histoire naturelle.* — Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova, 2ª sér., XVII, XVIII, XIX. 1897-98. 8°.

LUCQUES. *Académie des sciences, lettres et arts.* — Atti della Reale Accademia Lucchese di scienze, lettere ed arti, XXIX. 1898. 8°.

MILAN. *Institut Royal des sciences et lettres.* — Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Classe di scienze matematiche e naturali, XXIX, XXX, XXXI. 1895-98. 8°. — Memorie. Classe di scienze matematiche e naturali, XVIII (2-6). 1896-99. 4°.

MILAN. *Observatoire.* — Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera, XL (3). 1899. 4°. — Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anni 1896, 1897, 1898. 4°.

MILAN. *Société italienne des sciences naturelles.* — Atti della Società italiana di scienze naturali, XXXVII (2-4), XXXVIII (1-4), 1897-1900. 8°. — Memorie. VI (2). 1898. 4°.

MODÈNE. *Académie Royale des sciences, lettres et arts.* — Memorie della Regia Accademia di scienze, lettere ed arti, 2ª ser., XII (1), 1896 ; 3ª ser. I, 1898. 4°.

MODÈNE. *Société des naturalistes.* — Atti della Società dei naturalisti, 3ª ser., XV (1-2), XVI (1-3) ; 4ª ser., I. 1897-99. 8°.

MONCALIERI. *Observatoire.* — Associazione meteorologica italiana. Bullettino mensuale, 2ª ser., XVII (7-12), XVIII (1-12), XIX (1-12). 1897-99. 4°.

NAPLES. *Académie des sciences physiques et mathématiques.* — Rendiconti dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche, III (7-12), IV (1-12), VI (1-4), 1897-1900. 8°. — Atti, IX, 1899. 4°.

NAPLES. *Société des naturalistes.* — Bullettino della Società dei naturalisti, XI, XII. 1897-98. 8°.

PADOUE. *Académie des sciences, lettres et arts.* — Atti e memorie della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Padova, XIII, XIV. 1896-98. 4°.

PADOUE. *Société des sciences naturelles.* — Atti della Società veneto-trentina di scienze naturali, 2ª ser., III (2), IV (1). 1898-99. 8°. — Bullettino, VI (3-4). 1898-99. 8°.

PALERME. *Académie des sciences, lettres et arts.* — Atti della Reale Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo, 3ª ser. II, III, IV. 1893-97. 4°. — Bullettino, VIII (4-6), IX (4-6), X (1-6). 1891-97. 4°.

PALERME. *Société des sciences naturelles et économiques.* — Giornale di scienze naturali ed economiche, XXI, XXII. (1896-99. 4°.

PISE. *Société des sciences naturelles.* — Atti della Società toscana di scienze naturali residente in Pisa. Processi-verbali. Juill. 1897 à Nov. 1899. 8°. — Memorie, XVI. 1898. 4°.

ROME. *Ministère de la Marine.* — Sulla condizione della Marina mercantile italiana, 1892, 1893, 1894. 8°.

ROME. *Académie Pontificale des Nuovi Lincei.* — Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei, L (7), LI (1-7), LII (1-7), LIII (1-4). 1897-1900. 4°.

ROME. *Académie Royale des Lincei.* — Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, 5ª ser., VI (II, 2-12), VII (I, 1-12 ; II, 1-12), VIII (I, 1-12 ; II, 1-12), IX (I, 1-9). 1897-1900. 4°. — Rendiconti dell' adunanze del Giugno 1897, 1899. 4°.

ROME. *Société italienne des sciences.* — Memorie di matematica e di fisica della Società italiana delle scienze, 3ª ser., XI. 1898. 4°.

ROME. *Revue d'artillerie et génie.* — Rivista di artigliera e genio, 1897 (Juill.-déc.), 1898 (janv.-déc.), 1899 (janv.-déc.), 1900 (janv.-avril). 8°. — Indice alfabetico-analitico, 1898. 8°.

SIENNE. *Jardin botanique.* — Bullettino di Laboratorio ed Orto botanico di Siena, I (1). 1898. 8°.

TURIN. *Académie Royale des sciences.* — Atti della R. Accademia delle scienze di Torino, XXXII (7-15), XXXIII (1-15), XXXIV (1-15). 1897-99. 8°.

TURIN. *Observatoire.* — Osservazioni meteorologiche, fatte nell'anni 1897, 1898. 8°.

VENISE. *Institut Royal vénitien des siences, lettres et arts.* — Atti del Reale Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, 7ª ser., VII (5-10), VIII (1-10), IX (1-7). 1896-98. 8°. — Memorie, XXV (8), XXVI, (1-2). 1896-97. 4°.

Espagne.

MADRID. *Académie des sciences.* — Memorias de la Real Academia de ciencas exactas, fisicas y naturales XVII. 1897. 4°. — Anuario, 1898, 1899. 32°. — Discursos leidos ante la Real Academia de ciencios en la recepcion publical del Excmo. Sr. D. Praxedes Mateo Sagasta. 1897. 4°.

MADRID. *Observatoire.* — Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la Peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1895 y 1896. 8°. — Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid durante los años 1896 y 1897. 8°. — Treinta y cinco años de Observaciones meteorologicas. Exposicion y resumen de las

efectuadas en el Observatorio de Madrid desde el 1° de Enero 1860 al 31 de Diciembre del 1896. 1897. 4°.

San-Fernando. *Observatoire de la Marine.* — Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San-Fernando. Secc. 1ª. Observaciones astronomicas, año 1893. 4° ; Secc. 2ª. Observaciones meteorologicas, año 1895, año 1896, año 1897, año 1898. f°. — Almanaque nautico 1899, 1900, 1901. 8°.

Portugal.

Coimbre. *Société botanique.* — Sociedade Broteriana. Boletim, XIV, XV, XVI. 1897-99. 4°.

Afrique.

Le Caire. *Institut Égyptien.* — Bulletin, 3e série, VII, VIII (1-7), IX (1-3), X (1-2, 4-5). 1896-99. 8°. — Mémoires, III (1-9), IV (1). 1896-99. 4°. — Séance extraordinaire du 2 décembre 1898. Commémoration du Centenaire de l'Institut d'Égypte. 1898. 8°. — Le Livre d'or de l'Institut Égyptien, texte et planches. Le Mans 1899. 8°.

Le Cap. *Observatoire.* — Reports of Her Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope, for the years 1897, 1898. 4°. — Results of meridian observations of stars, made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years 1861, 1862, 1863, 1864 and 1865 ; — during the years 1892-1895. 4°. — Aprendix to Cape meridian Observations. Star-correction tables. 4°. — Annals of the Cape Observatory, III, IV, VI, VII. 1896-97. 4°. — Independent Day-numbers in the year 1900, as used at the Royal Observatory, Cape of Good Hope. 1898. 8°.

Asie.

Batavia. *Observatoire.* — Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indië, XVIII, XIX, XX, 1896-98. 8°. — Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia, XIX, XX, XXI. 1896-98. 4°. — Supplement. Die Abweichung der Magnetnadel, Beobächtungen, Säcular-variation, Wert- und Isogonensysteme bis zum Mitte XVIII^{ten} Jahrhundert. 1899. 4°.

Batavia. *Société des sciences naturelles.* — Natuurkundig Tijd-

schrift over Nederlandsch-Indië, LVI, LVII, LVIII. 1897-98. 8°. — Boekwerken ter tafel gebracht in de vergaderingen van de Directie der Kon. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië, 1896, 1897. 8°. — Alphabetisch-register op deel I-XXX. 1871 ; op deel XXXI-L. 1891. 8°.

CALCUTTA. *Société asiatique du Bengale.* — Journal of the Asiatic Society of Bengal, part 2 : LXVI (1-4), LXVII (1-2), LXVIII (1-3). 1897-99 ; part 3 : LXV (special nr.), LXVII (1-2), LXVIII (1). 1896-99. 8°. — Proceedings, 1897 (1-11), 1898 (1-11), 1899 (1-11), 1900 (1). 8°.

CALCUTTA. *Secrétaire d'État pour l'Inde.* — Dictionary of the Lepcha-language. Berlin 1898. 4°.

HONG-KONG. *Observatoire.* — Observations made at the Hong-Kong Observatory, in the years 1896, 1897, 1898. f°.

MADRAS. *Observatoire.* — Report on the Madras Observatory for the year 1897-98 and on the Eclipse Expedition of January 1898. 8°. — Results of observations of the fixed stars made with the Madras meridian circle, etc. IX. General catalogue Madras. 1899. 4°.

Australie.

MELBOURNE. *Société Royale de Victoria.* — Proceedings of the Royal Society of Victoria, VIII, IX, X (1-2). 1896-98. 8°.

SYDNEY. *Société Linnéenne de la Nouvelle-Galles du Sud.* — The Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, 2d ser., X (1-4), XI (1-4). 1895-97. 8°. — Supplements : Catalogue of the described Coleoptera of Australia, I-II. 1896-97. 8°.

Amérique du Nord.

ALBANY. *Bibliothèque de l'État de New-York.* — Annual Reports of the Trustees of the New-York State Library, LXXVII, LXXVIII, LXXIX, LXXX. 1894-97. 8°. — State Library Bulletin : Additions (3-4). 1896-97. 8° ; — Bibliography (2-4, 6-14). 1897-98 ; — Library School (2). 1887-96. 8°.

ALBANY. *Musée d'histoire naturelle.* — Annual Reports of the New-York State Museum, XLVIII (1-3), XLIX (1-2), L (1). 1894-96. 8°. — Bulletin, IV (16-18). 1898. 8°.

BALTIMORE. *Journal de mathématiques.* — American Journal of Mathematics, XIX (1-4), XX (1-4), XXI (1-2). 1897-99. 4°.

BOSTON. *Société d'histoire naturelle.* — Proceedings of the Boston Society of natural history, XXVIII (1-16), XXIX (1-8). 1897-99. 8°. — Memoirs, V (3-5). 1898-99. 4°.

BUFFALO. *Société des sciences naturelles.* — Bulletin of the Buffalo Society of natural sciences, V (1-5), VI (1). 1886-98. 8°.

CAMBRIDGE. *Académie des arts et sciences.* — Memoirs of the American Academy of arts and sciences, XII (4). 1898. 4°. — Proceedings, XXXII (10-17), XXXIII (1-27), XXXIV (1-23), XXXV (1-9). 1897-99. 8°.

CAMBRIDGE. *Muséum de zoologie comparée.* — Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, XIX (2), XX, XXI, XXIII (1-2), XXIV. 1897-99. 4°. — Bulletin, XXVIII (4-5), XXXI (1-7), XXXII (1-9), XXXIII, XXXIV, XXXV (1-8). 1897-99. 8°. — Annual Report of the Curator, 1897, 1898, 1899. 8°.

CAMBRIDGE. *Observatoire.* — Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College, XXIII (2), XXVI (2), XXIX (1), XXXII (2), XXXIII, XLI (5), XLII (1-2), XLIV (1). 1897-1900. 4°. — Annual Report of the Director, LII, LIII, LIV. 1897-99. 8°.

CHAPEL HILL. *Société scientifique.* — Journal of the Elisha Mitchell scientific Society, XIV (1), XV (1-2), XVI (1). 1897-99. 8°.

CHICAGO. *Académie des sciences.* — Bulletin of the geological and natural history Survey, II. 1898. 8°. — Annual Report, XL. 1897. 8°.

DAVENPORT. *Académie des sciences naturelles.* — Proceedings of the Academy of natural sciences, VI. 1889-97. 8°.

GRANVILLE (Ohio). *Université.* — Bulletin of the scientific laboratories of the Denison University, IX (2), X, XI (1-5). 1897-99. 8°.

HALIFAX. *Institut scientifique.* — The Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of science, IX (3-4). 1897-98. 8°.

MADISON. *Exploration du Wisconsin.* — Wisconsin geological and natural history Survey, Bulletin, I, II, 1898. 8°.

MADISON. *Académie des sciences, arts et lettres.* — Transactions of the Wisconsin Academy of sciences, arts and letters, XI, XII (1). 1896-98. 8°.

MERIDEN. *Association scientifique.* — Transactions of the Meriden scientific Association, VIII. 1897-98. 8°.

MEXICO. *Académie des sciences exactes, physiques et naturelles.*— Anuario de la Academia mexicana de ciencias exactas, fisicas y naturales, II. 1896. 8°.

MEXICO. *Institut géologique.* — Boletin del Instituto geologico de Mexico, X, XI, XII, XIII. 1898-99. 4°.

MEXICO. *Ministère du Commerce*, etc. — Informes y documentos relativos a Comercio interior y exterior, agricultura, mineria é

industrias, nos 2-5, 17. 1885-86. 8°. — Boletin de agricultura mineria é industrias, VI (8-9). 1897. 8°.

MEXICO. *Observatoire météorologique central.* — Boletin mensual del Observatorio meteorologico central de Mexico, 1897 (5-12), 1898 (1-12), 1899 (1-6, 8-10). 4°. — Resumenes mensuales de las observaciones meteorologicas correspondientes a los años de 1891 y 1892. 1897. f°.

MEXICO. *Société scientifique.* — Memorias de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate », X (1-12), XI, XII, XIII (1-2). 1897-1900. 8°.

MINNEAPOLIS. *Exploration du Minnesota.* — The geological and natural history Survey of Minnesota. Annual Report for the years 1895-98. XIV. 1899. 8°.

NEWHAVEN. *Académie des arts et sciences.* — Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences, X (1). 1899. 8°.

NEW-HAVEN. *Observatoire.* — Report of the Board of Managers of the Yale College Observatory, for the years 1883, 1884, 1897, 1898, 1899. 8°.

NEW-YORK. *Académie des sciences.* — Annals of the New-York Academy of science, IX (6-12), X (1-12), XI (1-3), XII (1). 1897-99. 8°. — Transactions, XVI. 1896-99. 8°.

NEW-YORK. *Musée d'histoire naturelle.* — Bulletin of the American Museum of natural history, IX, X, XI (1-3). 1897-98. 8°. — Annual Report, 1896, 1897, 1898. 8°.

NEW-YORK. *Société de géographie.* — Bulletin of the American geographical Society, XXIX (3-4), XXX (1-5), XXXI (1-5), XXXII (1-5). 1897-1900. 8°.

NEW-YORK. *Société mathématique.* — Transactions of the American Mathematical Society, I (1). 1900. 4°.

NEW-YORK. *Société de microscopie.* — Journal of the New-York microscopical Society, XIII (4), XIV (1). 1897-98. 8°.

OTTAWA. *Société Royale du Canada.* — Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada, 2d ser., II, III, IV. 1896-98. 8°.

PHILADELPHIE. *Académie des sciences naturelles.* — Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, 1897 (1-3), 1898 (1-3), 1899 (1-2). 8°.

PHILADELPHIE. *Société scientifique américaine.* — Proceedings of the American Philosophical Society, XXXV (153), XXXVI (154-156), XXXVII (157-158), XXXVIII (159-160). 1896-99. 8°.

PORTLAND. *Société d'histoire naturelle.* — Proceedings of the Portland Society of natural history, II (4). 1897. 8°.

SAINT-LOUIS. *Académie des sciences.* — The Transactions of the Academy of science, VII (4-30), VIII (1-12), IX (1-5, 7). 1896-99. 8°.

SAINT-LOUIS. *Jardin botanique.* — Missouri botanical Garden Annual Report, III, VIII, IX, X, XI. 1892-1900. 8°.

SALEM. *Association américaine pour l'avancement des sciences.* — Proceedings of the American Association for the advancement of sciences, XLVI, XLVII. 1897-98. 8°. — 50th Anniversary, Preliminary announcement of the Boston meeting. 1898. 8°.

SALEM. *Institut d'Essex.* — Bulletin of the Essex Institute, XXVI (4-12), XXVII, XXVIII, XXIX, XXX (1-6). 1894-98. 8°.

SAN-FRANCISCO. *Académie des sciences.* — Proceedings of the California Academy of sciences, 2d ser. VI. 1896. 8°. — 3d ser. Zoology I (1-12), Botany I (1-9), Geology I (1-6), Math.-phys. I (1-4). 1897-99. 8°. — Occasional papers, V, VI. 1897-99. 8°.

SAN-JOSE. *Musée national de Costa Rica.* — Informe del Museo nacional de Costa-Rica, 1896-97. 4°. — Informe del primer semestre de 1898 à 1899. 4°.

TOPEKA. *Académie des sciences.* — Transactions of the annual meetings of the Kansas Academy of science, XV, XVI. 1895-98. 8°. — A brief history of the organisation with constitution, by laws and membership. 1897. 8°.

TORENTO. *Institut canadien.* — Transactions of the Canadian Institute, V (2). 1898. 8°. — Proceedings, new series, I (4-6), II (1-2). 1898-99. 8°.

WASHINGTON. *Département de l'Agriculture.* — Division of ornithology and mammalogy. North-american Fauna, nos 13, 14, 15. 1897-99. 8°. — Division of biological survey, nos 9, 10, 11. 1898. 8°. — Division of chemisty. Composition of Maize. (Indian corn). 1898. 8°. — Report of the Secretary of Agriculture for 1898. 8°. — Yearbook, 1896, 1897, 1898. 8°.

WASHINGTON. *Département de l'Intérieur.* — U. S. Geological Survey. Annual Report, XVII (1-2), XVIII (1-5), XIX (1-6), XX (1-6). 1896-98. 4°.

WASHINGTON. *Bureau hydrographique.* — Report of the Superintendent of the U. S. Coast and geodetic Survey, 1896, 1897. 4°.

WASHINGTON. *Observatoire de la Marine.* — Report of the Superintendent of the U. S. Naval Observatory for the years 1894, 1897, 1898, 1899. 8°.

WASHINGTON. *Académie nationale des sciences.* — Memoirs of the national Academy of sciences, VIII (2-4). 1898-99. 4°.

WASHINGTON. *Institution Smithsonienne.* — Smithsonian Contributions to Knowledge, XXIX (1124). 1898. 4°. — Miscellaneous Collections, nos 1084, 1087, 1090, 1125, 1170, 1171, 1873. 1897-99. 8°. — Annual Report of the Board of Regents. 1895, 1896, 1897. 8°. — The history of his first half-century 1897. 8°.

WASHINGTON. *Bureau d'Ethnologie.* — Annual Report of the Bureau of Ethnology, XIV (1-2), XV, XVI. 1892-95. 4°.

WASHINGTON. *Musée national.* — Proceedings of the U. S. National Museum, XVIII, XIX, XX, XXI. 1895-99. 8°. — Bulletin, XLVII (2-3). 1898. 8° — Annual Report, 1895, 1897. 8°.

WASHINGTON. *Journal de Microscopie.* — The american monthly microscopical Journal, X (1-12). 1889. 8°. — The microscope, V (1-12). 1896. 8°.

Amérique du Sud.

BUENOS-AIRES. *Congrès scientifique.* — Primera reunion del Congresso cientifico latino-americano. I. Organization y resultados generales del Congresso. — II. Trabajos de la 1ª seccion (Ciencias exactas e Ingenieria). — IV. Trabajos de la 3ª seccion (Ciencias medicas). 1898. 8°.

BUENOS-AIRES. *Institut géographique.* — Boletin del Instituto geografico argentino, XVIII (4-12), XIX (1-12), XX (1-6). 1897-99. 8°.

BUENOS-AIRES. *Musée national.* — Anales del Museo nacional de Buenos-Aires, 2e série, II, III. 1897-99. 8°. — Memorias, 1894, 1895, 1896. 8°. — Communicaciones, I (1-5). 1898-99. 8°.

BUENOS-AIRES. *Observatoire météorologique.* — Boletin meteorologico del Observatorio Mons. Lasagna del Colegio Pio IX de artes e oficios en Buenos-Aires Almagra, I (1-4). 1898-99. 8°.

BUENOS-AIRES. *Société scientifique Argentine.* — Anales de la Sociedad cientifica Argentina, XLIII (5-6), XLIV, XLV, XLVI, XLVII, XLVIII, XLIX (1-2, 4). 1897-1900. 8°. — Indice general de los Anales (tomos I à XL inclusive). 1897. 8°.

CORDOBA. — *Académie nationale des sciences.* — Boletin de la Academia nacional de ciencias. XV (2-4), XVI (1). 1896-99. 8°.

MONTEVIDEO. *Musée national.* — Anales del Museo nacional, fasc. VIII à XIII. 1898-1900. 4°.

MONTEVIDEO. *Observatoire météorologique.* — Boletin mensual del Observatorio meteorologico del Colegio Pio de Villa Colon, VIII (4-12), IX, X, XI (1-10). 1897-99. 4°. — El año meteorologico, 1895-95. 4°. — Años meteorologicos 1895-96 y 1896-97. 4°.

RIO-JANEIRO. *Musée national.* — Revista do Museu nacional do Rio de Janeiro, IX. 1896. 4°.

RIO-JANEIRO. *Observatoire national.* — Annuario publicado pelo Observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1897,... de 1898, ... de 1899. 12°. — Boletim mensal, 1900 (1-2). 4°.

SANTIAGO. *Société des sciences naturelles.* — Verhandlungen des

deutschen wissenschaftlichen Vereines zu Santiago de Chile, III (5-6), IV (1). 1897-99. 8°.

§ 3. — *Ouvrages divers.*

AGUILAR Y SANTILLAN (Rafael). — Bibliographia geologica y minera de la Republica Mexicana. Mexico 1898. 8°.

ALEXANDRE (Nicolas). — Dictionnaire botanique et pharmaceutique, etc. Paris 1768. 12°.

ALIBERT (J.-L.). — Précis historique sur les eaux minérales les plus usitées en médecine, suivi de quelques renseignements sur les eaux minérales exotiques. Paris 1826. 8°.

ALLETZ. — L'esprit des journalistes de Trévoux, etc. Paris 1871. 4 vol. 12°.

ANTOINE (Ch.). — Tension des vapeurs. Paris 1891. 8°.

ARDOUIN (Paul). — Pathogénie et traitement des abcès froids de la région thoracique. Paris 1899. 8°.

ARECHAVALETA (J.). — Las Gramineas uruguayas. Montevideo 1898. 4°. — *Voir* Montevideo, Musée national.

ARBOIS DE JUBAINVILLE (H. d'). — Les premiers habitants de l'Europe, d'après les écrivains de l'antiquité et les travaux des linguistes. 2e éd. Paris 1889. 8°. — Le cycle mythologique irlandais et la mythologie celtique. Paris 1884. 8°.

ARCHIBALD (E.-H.). — *Voir* Mac Gregor.

ARNAUD (Léopold). — Guide des Caisses d'épargne et de leurs déposants. Paris 1894. 8°.

ASSELIN (Aug.). — Détails historiques sur l'ancien port de Cherbourg pour servir de réponse à un mémoire de M. de Gerville, ayant pour titre : Recherches sur l'état des ports de Cherbourg et de Barfleur pendant le Moyen âge. Cherbourg 1826. 8°.

ATKINSON (F.). — Mushrooms, I. Ithaca 1897. 8°.

AUDENET (C.). — Consommation du combustible des machines à vapeur marines. Paris. 8°. — Étude sur les chaudières à vapeur marines. Paris. 8°.

AYRAULT (E.). — *Voir* Bujault.

BAADER (Joseph). — Projet d'une nouvelle machine hydraulique pour remplacer l'ancienne machine de Marly. Paris 1806. 4°.

BAJOT. — Abrégé historique et chronologique des principaux voyages de découvertes par mer depuis l'an 2000 avant Jésus-Christ jusqu'au commencement du XIXme siècle. Paris 1829. 8°.

BARBEU-DUBOURG. — Le botaniste français. Paris 1867. 2 vol. 12°.

BARCENA (Mariano de la). — Reseña presentada en la session de la

Academia mexicana del dia 10 de enero de 1898. Mexico 1898. 8°.

BARR (Archibald). — On the application of the science of mechanics to engineering practice. Londres 1899. 8°.

BARRAL (J.-A.). — Le blé et le pain. Liberté de la boulangerie. Paris 1863. 18°.

BARRÈRE (Pierre). — Nouvelle relation de la France équinoxiale, contenant la description des côtes de la Guiane, de l'isle de Cayenne, le commerce de cette colonie ; les divers changements arrivés dans ce pays, et les mœurs et coutumes des différents peuples sauvages qui l'habitent. Paris 1743. 12°.

BARTH (Justus). — Norrönaskaller. Crania antiqua in parte orientali Norvegiæ meridionalis inventa. Utgivet ved Dr. med. G. A. Guldberg. Christiania 1896. 8°.

BARTHÉLEMY-SAINT-HILAIRE (J.). — L'Inde anglaise, son état actuel, son avenir, etc. Paris. 8°.

BASKERVILLE (Charles). — *Voir* Langmuir.

BAUDRILLARD (H.). — Manuel d'économie politique. Paris 1857. 18°.

BAUTIER (Al.). — Tableau analytique de la Flore parisienne, 3e éd. Paris 1836. 12°.

BAYE (Josep de). — L'importance des temps néolithiques, etc. Arcis-sur-Aube 1885. 8°.

BAYLE (Pierre). — Dictionnaire historique et critique. 4e éd. Amsterdam et Leide. 4 vol. f°.

BECQUOY DE BEAUPRÉ et LAMANDÉ. — Description du Pont en fer coulé, construit à Paris sur la Seine, en face du Jardin du Roi (Pont d'Austerlitz). Rouen 1814. 4°.

BELLINI (Miltiade). — Note sur les ligaments coraco-claviculaires. Paris 1891. 8°. — Note sur l'anatomie du Quadriceps crural. Paris 1891. 8°.

BELLOT (l'abbé). — Notice historique sur la ville de Barfleur. Annotée et continuée par Louis DROUET. Cherbourg 1894. 8°.

BÉRAUD (B.). — Éléments de physiologie de l'homme et des principaux vertébrés, revus par Ch. ROBIN. 2e éd. Paris 1856-57. 2 vol. 18°.

BERNARD (Frédéric). — *Voir* Long.

BERTIN (L.-E.). — *Voir* Caligny.

BERTRAND (Joseph). — Traité d'algèbre, 1re partie. 14e éd. Paris 1887. 8°.

BESNOU (Léon). — Flore de la Manche. Coutances 1881. 8°.

BESSEY (Charles-E.). — The phylogeny and taxonomy of Angiosperms. 1897. 8°.

BÉTANCOURT. — *Voir* Lanz.

BEZIERS. — Histoire sommaire de la ville de Bayeux. Caen 1773. 12°.

BICHAT. — Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Nouv. éd. par le Dr CÉRISE. Paris 1847. 16°.

BILLOT (G.-P.). — Recherches psychologiques sur la cause des phénomènes extraordinaires observés sur les modernes voyans, improprement dits somnanbules magnétiques, etc. Paris 1839. 2 vol. 8°.

BION (N.). — Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques, avec les figures etc. 4e éd. Paris 1752. 4°.

BIOT (J.-B.). — Etudes sur l'astronomie indienne et chinoise. Paris 1862. 8°.

BOIS (D.). — Aperçu historique sur la Société nationale d'horticulture de France (1827 à 1899). Paris 1900. 8°. — l'*Actinostemma paniculatum*, Cucurbitacée grimpante ornementale nouvelle et le Pey-mou chinois. Paris 1900. 8°. — Cas de pistillodie dans un *Begonia* tubéreux à fleurs cristées et dans le *Begonia semperflorens* « Aigrette ». Paris 1899. 8°. — Nouvelles espèces d'arbres et d'arbrisseaux du Yunnam et du Su-tchuen. Paris 1900. 8°.

BOISJOSLIN (Jacques de). — Les peuples de la France. Ethnographie nationale. Paris 1878. 12°.

BOISTARD (Louis-Charles). — Expériences sur la main-d'œuvre de différents travaux dépendant du service des ingénieurs des Ponts-et-chaussées, etc. Paris 1804. 4°.

BOLTON (Henry Carrington). — A select bibliography of Chemistry, 1492-1897. First Supplement. Washington 1899. 8°.

BOMANSSON (J.-O.) et V.-F. BROTHERUS. — Herbarium Musei fennici. ed. 2a. Musci. Helsingfors 1894. 8°.

BON (de). — Les ports militaires de la France ; Cherbourg. Paris 1867. 8°.

BONNARDOT (A.). — Essai sur l'art de restaurer les estampes et les livres, etc. 2e éd. Paris 1858. 12°.

BORIE (Victor). — L'agriculture et la liberté, Paris 1866. 8°.

BORY DE SAINT-VINCENT. — Résumé d'Erpétologie ou d'Histoire naturelle des Reptiles. Paris 1828. 16°.

BOSSUT (l'abbé) et VIALLET. — Recherches sur la construction la plus avantageuse des digues, etc. Paris 1764. 4°.

BOUCHER DE PERTHES. — De la Création. Essai sur l'origine et la création des êtres. Paris 1841. 5 vol. 12°. — Antiquités celtiques et antédiluviennes. Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine. Paris 1847-49. 8°. — Voyage en Russie, retour par la Pologne, la Silésie, la Saxe et le Duché de Nassau. Paris 1859. 12°.

Bouchot (Henri). — Le livre, l'illustration, la reliure. Etude historique sommaire. Paris. 8°.

Bouchut (E.). — La vie et ses attributs dans leurs rapports avec la philosophie, l'histoire naturelle et la médecine. Paris 1862. 8°.

Bouet-Willaumez (Cte Ed.). — Description nautique des Côtes de l'Afrique occidentale comprises entre le Sénégal et l'Equateur, 1838-1845. Paris 1846. 8°. — Batailles de terre et de mer et y compris la bataille de l'Alma. Paris 1855. 8°.

Bouillet (J.-B.). — Statistique monumentale du département du Puy-de-Dôme. 2e éd. Clermont-Ferrand 1846. 8° et atlas. — Histoire des communautés des arts et métiers de l'Auvergne; augmenté des bannières que portaient les communautés avant 1789. Clermont-Ferrand 1857. 8°. — Topographie minéralogique du département du Puy-de-Dôme, suivie d'un Dictionnaire oryctognostique. 2e éd. Clermont-Ferrand 1854. 8°.

Bouillet (N.). — Les Ennéades de Plotin, chef de l'Ecole néoplatonicienne. Paris 1857-1861. 3 vol. 8°.

Boussinesq (J.) et Flamant. — Notice sur la vie et les travaux de Barré de Saint-Venant. Paris 1886. 8°.

Brabantus. — *Voir* Mollenberg.

Braithwaite (R.). — The British Moss-Flora, Parts XVIII, XIX, Londres 1898-1899. 4°.

Brandes (W.). — Flora der Provinz Hannover. Verzeichniss der in der Provinz Hannover vorkommenden Gefässplanzen nebst Angabe ihrer Standorte. Hannover 1897. 8°.

Brébisson (A. de). — Flore de la Normandie. Caen 1836. 12°.

Brenier (Henri). — Rapport général sur l'origine, les travaux et les conclusions de la mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine. Lyon 1897. 4°.

Bretonnière (de la). — Mémoires sur la Digue, la rade et la position de Cherbourg, rédigés en 1778, 1780 et 1790. Valognes 1860. 4°.

Brotherus (V.-F.). — Musci (aus Warburg, Monsunia, I. Beiträge zur Kenntniss der Vegetation des süd- und ostasiatischen Monsungebietes). f°. — *Voir* Bomansson.

Broussais (F.-J.-V.). — De l'irritation et de la folie, ouvrage dans lequel les rapports du physique et du moral sont établis sur les bases de la médecine physiologique. 2e éd. publiée par Casimir Broussais. Paris 1839. 2 vol. 8°.

Brutails (Jean-Auguste). — Cartulaire de l'Eglise collégiale de Saint-Seurin de Bordeaux. Bordeaux 1897. 8°.

Bujault (Jacques). — Œuvres de Jacques Bujault, complétées et accompagnées de notes inédites par J. Rieffel et E. Ayrault. 3e éd. Niort 1864. 8°.

Burat (Amédée). — Géologie appliquée, ou traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles. Paris. 8°.

Burdel (Édouard). — Recherches sur les fièvres paludéennes, suivies d'études physiologiques et médicales sur la Sologne. Paris 1858. 18°.

Cachin (J.-M.-F.). — Mémoire sur la Digue de Cherbourg comparée au breakwater ou jetée de Plymouth. Paris 1820. 4°.

Caligny (Mis A. de) et L.-E. Bertin. — Sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg. 1686, 1739 à 1743, 1758. Notes et plans. Paris-Cherbourg, 1879. 8°.

Canu (A.-H.). — Histoire des îles de la Manche. Paris 1892. 12°.

Cap (Paul-Antoine). — *Voir* Palissy.

Capron (E.). — Traité pratique des maladies des chiens. Paris. 12°.

Castriotis (Stam.). — De l'influence du traumatisme et des maladies incidentes dans la paralysie générale et la folie. Montpellier 1890. 8°.

Cerise. — *Voir* Bichat.

Caullery (Maurice) et F. Mesnil. — Sur un type nouveau *(Metchnikovella* n. gen.) d'organismes parasites des Grégorines. Paris 1897. 4°. — Sur un cas de ramification chez une Annélide *(Dodecariera concharum* Œrst.). 1897. 8°. — Sur une Grégarine cœlomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporalée. Paris 1898. 8°. — Les formes épitoques et l'évolution des Cirratuliens. Lyon 1898. 8°. — Sur trois Orthonectides nouveaux, parasites des Annélides, et l'hermaphroditisme de l'un d'eux *(Stæcharthrum Giardi* n. g. n. sp.). Paris 1899. 4°. — Sur la morphologie et l'évolution sexuelle d'un Epicaride parasite des Balanes *(Hemioniscus balani* Buchholz). Paris 1899. 4°. — Sur le genre *Aplosporidium* (nov.) et l'ordre des Aplosporidies. Paris 1899. 8°. — Sur un sporozoaire aberrant *(Siedleckia* n. gen.). Paris 1898. 8°.

Chabouillet (A.). — Description des antiquités et objets d'arts composant le cabinet de M. Louis Fould. Paris 1861. pl°.

Chantereyne (Avoine de). — Etudes historiques sur Cherbourg (par La Tourelle, pseudonyme de A. de Chantereyne). Lisieux 1873. 8°.

Chatin (Ad.). — Le cresson. Paris 1866. 8°.

Chauvinière (L. de la). — De la défense des côtes. Barrages et torpilles sous-marines. Guerre d'Amérique. Paris. 8°.

Chervin. — Démosthènes était-il bègue ? Tours 1898. 8°.

Chevreul (E.). — Considérations sur l'Enseignement agricole en général et sur l'enseignement agronomique au Museum d'histoire naturelle en particulier. Paris 1869. 8°.

Chiarugi (Giulio). — Contribuzioni allo studio dello sviluppo dei nervi encefalici nei Mammiferi. Florence 1894. 4°.

Chyzer (Cornelius) et Ladislas Kulezynski. — Araneæ hungaricæ secundum collectiones a Leone Becker pro parte perscrutatas conscriptæ. Pars posterior II. Budapest 1897. 4°.

Clavel. — Le corps et l'âme ou histoire naturelle de l'espèce humaine. Paris 1861. 8°.

Closmadeuc (de). — Fouilles et découvertes de James Miln (à Carnac). Vannes 1873. 8°.

Cobin (A.). — Short and plain principles of linear perspective adapted to Naval arthitecture. 4th éd. Londres 1794. 8°.

Cochart (Achille). — *Voir* Dunkelberg.

Coignet (C.). — La morale indépendante dans son principe et dans son objet. Paris 1869. 18°.

Collett (R.). — On *Chlamydoselachus anguineus* Carm., a remarkable shark found in Norway 1896. Christiania 1897. 4°.

Comarmond (A.). — Description du musée lapidaire de la ville de Lyon. Epigraphie antique du département du Rhône. Lyon 1846. 4°. — Description des antiquités et objets d'art contenus dans les salles du Palais des arts de la Ville de Lyon. Lyon 1855. 4°.

Comte (Aug.) — Auguste Comte méconnu. Auguste Comte conservateur. Extraits de son œuvre finale 1851-1857. Paris 1898. 8°.

Condorcet. — Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain, suivie de réflexions sur l'esclavage des nègres. Paris 1822. 8°.

Conseil (J.-A.), — Télégraphie nautique. Dunkerque 1852. 4°.

Conwentz (H.). — Der Moorbrücken im Thal del Sorge auf der Granze zwischen Westpreussen und Ostpreussen. Danzig 1897. 4°.

Cook (John). — An historical introduction to the sciences in general, particularly Geometry, Astonomy and Geography, etc. Plymouth 1816. 4°.

Corbière (L.). — Notice sur M. Joseph-Lafosse. Caen 1897. 8°. — Deuxième supplément à la Nouvelle Flore de Normandie. Caen 1898. 8° — Les landes de Lessay. Caen 1900. 8°. — et J. Béchin. Excursions bryologiques (dans les Hautes-Alpes en août 1898). Le Mans 1899. 8°.

Cornaro (Louis).— Conseils et moyens faciles pour vivre longtemps dans une parfaite santé. Avec la manière de corriger un mauvais tempérament, de jouir d'une félicité parfaite jusqu'à un âge fort avancé et de ne mourir que dans une extrême vieillesse. Traduit de l'italien de Louis Cornaro. Nouvelle édition. Cherbourg an IV. 12°.

Cornish (Vaughan). — On sea-beaches and sandbanks. Londres 1898. 8°.

Cotteau (G.). — Le préhistorique en Europe. Congrès. Musées. Excursions. Paris 1898. 18°.

Coulter (John M.). — The origin of Gymnosperms and the seed habit. 1898. 8°.

Crève-Cœur (de). — Voyage dans la Haute-Pensylvanie et dans l'Etat de New-York, par un membre adoptif de la nation Oneida. Traduit et publié par l'auteur des Lettres d'un cultivateur américain. Paris an IX. 3 vol. 8°.

Crié (Louis). — Cours de botanique. Organographie et familles naturelles. Paris 1883. 8°.

Cuvier. — Mémoires du Baron Georges Cuvier, publiés en anglais par Mistress Lee, et en français par Théodore Lacordaire sur les documents fournis par sa famille. Paris 1833. 8°.

Cuzent (Gibert). — L'hospice civil et les hôpitaux de Brest. Brest 1889. 8°.

D... (A.-L.-J.). — Discours sur les principes généraux de la théorie végétative et spirituelle de la nature, etc. 2e éd. Paris 1822. 12°.

Daday (E. von). — *Cypridicola parasitica* nov. gen. nov. sp.. Budapest 1893. 8°.

Dangeard (P.-A.). — Le Botaniste, 6e série nos 1-6 ; 7e série nos 1-4. Poitiers 1898-1900. 8°.

Darwin (Charles). — The descent of man, and selection in relation to sex. London 1871. 2 vol. 8°.

Daubrée (A.). — Les régions invisibles du Globe et des espaces célestes. Eaux souterraines, tremblements de terre, météorites. Paris 1888. 8°.

Debray (Ferdinand). — Florule des algues marines du nord de la France. Lille 1899. 8°. — Catalogue des algues du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. Alger 1897. 8°. — Le *Tylenchus devastatrix* Kühn et la maladie vermiculaire des fèves en Algérie. Alger 1896. 8°. — La maladie de la brunissure *(Pseudocommis vitis)*. Paris 1898. 8°. — Procédé rapide et économique de destruction des Altises de la vigne. Alger 1899. 4°. —La Fraise. Alger 1899. 4°. — Destruction des jeunes criquets. Alger 1899. 4°. — Le champignon des Altises. Paris 1898. 4°. — Recherches faites à Ben-aknoun près Alger sur diverses tailles de la vigne et sur l'écartement de la plantation. Paris 1898. 8°. — La destruction des insectes nuisibles. Paris. 12°.

Denburgh (John van). — The Reptiles of the Pacific coast and Great Basin. San Francisco 1897. 8°.

Des Etangs (N.-S.-Ch.). — Recherches des principales plantes qui

croissent spontanément dans le département de l'Aube. Troyes 1832. 8°.

DESGODETS. — Les loix des batiments suivant la coustume de Paris, etc. avec les notes de Goupi. Nouv. éd. Paris 1787. 8°.

DESJARDINS (P.-A.). — *Voir* Habay.

DE-TONI (J.-Bapt.). — Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum. IV. Florideæ : I, 1897 ; II, 1899. Padoue. 8°.

DEWALQUE (G.). — Mélanges géologiques, 7e série. Liège 1890-97. 8°.

DICTIONNAIRE usuel de chirurgie et de médecine vétérinaires, etc. Paris 1835-1836. 2 vol. 8°.

DICTIONNAIRE universel français et latin. (Vulgairement appelé Dictionnaire de Trévoux). Paris 1752. 7 vol. f°.

[DIEPPE]. — Collection de mémoires et de plans relatifs au port de Dieppe. Rouen 1790. 4°.

DISLÈRE (P.). — La guerre d'escadre et la guerre de côtes. (Les nouveaux navires de combat). 2e éd. Paris 1883. 8°.

DOAN (Martha). — Index to the Literature of Thalium 1861-1896. Washington 1899. 8°.

DOBERCK (W.). — The law of storms in the eastern seas. Hong-Kong 1898. 8°. — *Voir* Hong-Kong Observatory.

DRAPER (J.-W.). — Les conflits de la science et de la religion. 7e éd. Paris 1882. 8°.

DROUET (Louis). — Recherches historiques sur les vingt communes du canton de Saint-Pierre-Eglise. Antiquités. Eglises et seigneuries. Administrations civiles. Cherbourg 1893. 8°. — *Voir* Bellot.

DUBOC (G. de). — Les langues et l'espèce humaine. Louvain 1884. 8°.

DUBREUIL (A.) et J. GIRARDIN. — Diverses espèces de pommiers à cidre cultivés en Normandie. Caen. 8°.

DUMÉRIL (Edélestand et Alfred). — Dictionnaire du patois normand. Caen 1849. 8°.

DUNKELBERG (W. F.), — De la création des prairies irriguées. Trad. par Achille Cochard. Paris 1869. 8°.

DUPUIS (J.). — Œuvres de Théon de Smyrne, philosophe platonicien. Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon. Epilogue le Nombre de Platon. Paris 1892. 8°.

DURAND (A.). — Considérations sur la nitrification. Toulouse 1824. 8°.

DYCK (Walther). — Ueber die wechselseitigen Beziehungen zwischen der reinen und der angewandten Mathematik. Munich 1894. 4°.

ELN-OMAR EL-TOUNSY (Mohamed). — Voyage au Darfour (Soudan oriental). Traduit de l'arabe par le Dr Perroux. Paris 1845. 8°.

EMION (Victor). — La taxe du pain. Paris. 8°.

EYRIAUD DES VERGNES (P.-E.). — L'archipel des Iles Marquises. Paris 1877. 8°.

Eyriès. — *Voir* Gordon-Laing.

Fauvel (Pierre). — Sur les stades Clymenides et Branchiomaldane des Arénicoles. Lille 1899. 8°.

Ferrier (J.-P.). — Voyages en Perse, dans l'Afganistan, le Béloutchistan et le Turkestan. Avec notes traduites de l'anglais par Benedict H. Revoil. Paris 1860. 2 vol. 8°.

Figuier (Louis). — L'année scientifique et industrielle. 33me année. Paris 1889. 8°.

Filarszky (Nander). — A Charafélék (Characeæ L. Cl. Richard) különös tekintettel a magyarorszaji fajokra. Budapest 1895. 4°.

Flamant. — *Voir* Boussinesq.

Flammarion (Camille). — Les mondes imaginaires et les mondes réels. Paris. 8°. — Dieu dans la nature. Paris. 16°. — La pluralité des mondes habités. Paris. 16°. — Dans le ciel et sur la terre. Paris 1887. 16°. — Récits de l'infini. Lumen, 2e éd. Paris 1873. 16°. — Les derniers jours d'un philosophe. 2e éd. Paris 1869. 16°. — Astronomie populaire. Description générale du ciel. Paris 1880. 8°.

Fleury (Jean). — La presqu'île de la Manche et l'archipel anglo-normand. Essai sur le patois de ce pays. Supplément à l'Essai sur le patois de la Hague. Paris 1891. 8°.

Fonvielle (W. de). — L'astronomie moderne. Paris 1869. 18°.

Forbin. — Mémoires du comte de Forbin, chef d'escadre, chevalier de l'ordre de Saint-Louis, Amsterdam 1748. 2 vol. 12°.

Fokker (M.). — Zelandia illustrata. 2e Verwolg. Middelbourg 1897. 8°.

Fouilhoux (J.-B.). — Monographie d'une paroisse : Vic-le-Comte. I. Histoire religieuse. Clermont-Ferrand 1898. 8°.

Fournier (V.). — Le jardinier potager indiquant la manière d'établir et de distribuer un jardin potager, etc., etc. Paris. 18°.

France (Anatole). — Les œuvres de Bernard Palissy, publiées d'après les textes originaux avec une notice. Paris 1880. 8°.

Francé (Rezsö). — A craspedomonadinak szervezeta. Budapest 1897. 8°.

Francœur (L.-B.). — Eléments de technologie, ou description des procédés des arts de l'économie domestique pour préparer, façonner et finir les objets à l'usage de l'homme. Paris 1833. 8°.

Fremine (Aristide et Charles). — Les Français dans les îles de la Manche (Iles anglo-normandes). Paris. 8°.

Fréminville (le chev. de). — Le guide du voyageur dans le département du Finistère, ou description des monuments anciens et modernes et autres objets curieux qu'il renferme. Brest 1844. 12°.

Freund (Guill.). — Grand Dictionnaire de la Langue latine sur un nouveau plan. Traduit en français par N. Theil. Paris 1855-1865. 3 vol. 4°.

Frileuze (H. de). — Carnet de voyage. Vieille Castille, Andalousie et Tanger. Domfront 1888. 12° (tiré à 50 exemplaires).

Gadeau de Kerville (Henri). — La richesse faunique de la Normandie. Paris 1897. 8°. — Deux observations personnelles sur l'extension de la huppe, des ailes et de la queue comme moyen de défense et d'attaque chez les oiseaux. Paris 1897. 8°. — Expériences physiologiques sur le *Dytiscus marginalis* L. Paris 1897. 8°. — Sur un poussin monstrueux du genre Déradelphe. Paris 1897. 8°. — Faune de la Normandie, IV. Reptiles, Batraciens et Poissons. Paris 1897. 8°. — Recherches sur les faunes marine et maritime de la Normandie, 2e voyage. Rouen 1898. 8°. — Description et figure de la tête d'un veau monstrueux appartenant au genre Iriodyme. Rouen 1898. 8°. — Sur la furcation tératologique des pattes, des antennes et des palpes chez les Insectes. Paris 1898. 8°. — Le quatrième Congrès international de Zoologie tenu à Cambridge du 23 au 27 août 1898. 1898. Paris 1898. 8°. — Les vieux arbres de la Normandie, IV. Rouen 1899. 8°. — Note sur un jeune lapin monstrueux du genre Acéphale. Elbœuf 1899. 8°. — Simples observations sur l'utilité de la radiographie dans les travaux entomologiques. Description d'un Coléoptère anormal *(Calosome scrutator)*. Capture du *Bombus distinguendus* Mozaw. Paris 1899. 8°. — Simples réflexions sur les rapports entre l'hybridisme et le problème de la détermination du sexe. Paris 1899. 8°.

Gailhard (G.). — Darwinisme et spiritualisme. Paris. 18°.

Gallardo (Angel). — Algunos casos de teratologia vegetal. Fasciacion, proliferacion y sinanthia. Buenos Aires 1898. 4°. — Notas fitoteratologicas, n° 4. Buenos Aires 1899. 8°. — Algunas reflexiones sobre la especificidal celular y la teoria fisica de la vida de Bard. Buenos Aires 1899. 8°.

Garnier (Joseph). — Du principe de population. Paris 1857. 16°.

Garnier (Jules). — La Nouvelle-Calédonie (côte orientale). Paris 1871. 18°.

Gauthey. — Observations sur la délibération de l'Assemblée des Ponts et Chaussées concernant le projet du Canal de Saint-Quentin. Paris an X. 4°.

Gavarret (J.) — Les phénomènes physiques de la vie. Paris 1869. 18°.

Geoffroy Saint-Hilaire (Isidore). — Lettres sur les substances alimentaires et particulièrement sur la viande de cheval. Paris 1856. 12°.

Gérard (J.). — Traité pratique des maladies de l'appareil génital de la femme. 2e éd. 1877. 16°.

GERMAIN DE SAINT-PIERRE (E.). — Guide du botaniste ou conseils pratiques sur l'étude de la botanique, suivis d'un dictionnaire raisonné des mots techniques français et latins. Paris 1851. 2 vol. 16°.

GERVILLE (de). — Etudes géographiques et historiques sur le département de la Manche. Cherbourg 1854. 8°.

GESNER (J. Matth.). — Scriptores rei rusticæ veteres latini, Cato, Varro, Columella, Palladius, etc. curante Io. Matthia Gesnero. ed. 2ª. Lipsiæ 1773. 4°.

GILDER (William H.) — Expédition du Rodgers à la recherche de la *Jeannette* et retour de l'auteur par la Sibérie. Traduit de l'anglais par J. West. Paris 1885. 18°.

GIRARD (P.-S.). — Essai sur le mouvement des eaux courantes et la figure qu'il convient de donner aux canaux qui les contiennent. Paris an XII. 4°.

GIRARDIN (J.). — *Voir* Dubreuil.

GIRAUD-TEULON (Félix). — Principes de mécanique animale ou étude de la locomotion chez l'homme et les animaux vertébrés. Paris 1858. 8°.

GOEBEL (Karl). — Ueber Studium und Auffassung der Ampassungserscheinungen bei Pflanzen. Munich 1898. 4°.

GOODENOUGH (Samuel) et Th. Jenkinson WOODWARD. — Observations on the Bristish Fuci, with particular descriptions of each species. London 1777. 4°.

GORDON-LAING. — Voyage dans le Timanni, le Kouranko et le Soulimana, contrées de l'Afrique orientale, fait en 1822 par le major Gordon-Laing ; traduit de l'anglais par EYRIÈS et de LARENAUDIÈRE. Paris 1826. 8°.

GRANDSAGNE (Ajasson de). — Résumé d'Ichthyologie ou d'histoire naturelle des Poissons. Paris 1829. 16°.

GRECESCU (D.). — Plantes de la Macédoine appartenant au Vilayet de Monastir. Bucarest 1899. 8°. — Plantale indigene din Româniea, alese din herbariile elevilor in farmacie spre a fi intercalate in colectiea laboratoriulaï in anul 1898 ; — in anul 1899. Bucaresti 1899-1900. 8°.

GUÉRIN. — *Voir* Lamouroux.

GUIMARAES (Rodolpho). — As grandes manobras francezas im 1895. Lisbonne 1896. 8°. — O vigesimo segundo congresso do Associação franceza para o andiamanto das sciencias realizado na cidade de Besançon en 1893. Lisbonne 1893. 8°. — *Voir* Mendes d'Almaida.

GRÜNWEDEL (Albert). — *Voir* Mainwaring.

GUISNÉE. — Application de l'algèbre à la géométrie, etc. 2e éd. Paris 1753. 4°.

GULDBERG (Alfred). — Sur la théorie des équations aux différentielles totales de second ordre. Christiania 1898. 8°. — Sur la théorie des congruences différentielles linéaires. Christiania 1897. 8°. — Sur la théorie des solutions singulières des équations différentielles totales du premier ordre. Christiania 1899. 8°.

GULDBERG (C.-M.). — Molekylets volum. Christiania 1897. 8°.

GULDBERG (G.-A.). — *Voir* Barth.

GURNEY, MYERS et PODMORE. — Les hallucinations télépathiques. Traduit et abrégé des « Phantasms of the Living » par L. Marilliez, avec une préface de Ch. Richet. Paris 1891. 8°.

GUYON (E.). — *Voir* Schweber.

HABAY (F.). — Unité de la voix. Méthode synthétique du chant et de la parole par le professeur F. Habay. Préface et conseils d'hygiène thérapeutique par Paul de Régla (Dr P. A. Desjardins). Paris 1894. 18°.

HÄKONSON-HANSEN (M.-K.). — Ti og et halvt års meteorologiska Jagttagelser udförte i Trondhjem i årena 1885-1895 et bidrag til studiet af veirforholdene i det Trondhjemske. Trondhjem 1876. 8°.

HALLEZ (C.). — Traité élémentaire d'électricité. Paris 1882. 16°.

HANIN (L.). — Voyage dans l'empire de Flore, ou éléments d'histoire naturelle végétale, etc. par L.-M.-P. T***. Paris an VIII. 1800. 8°.

HAYRIE (C. de la). — Insectes et maladies des arbres fruitiers. Quimperlé. 8°.

HEGYFOKY (Kabos). — A szél iranya a Magyar szent korona orszagaiban a barométerallas és az esö czimü fuggelékkel. Budapest 1894. 4°.

HENRIVAUX (J.). — Fabrication du cidre par diffusion. Argentan 1892. 8°.

HEZENMANS (J.-C.-A.). — 's-Hertogenbosch van 1629 tot 1798. Historische Studien. Bois-le-duc 1899. 8°.

HILDEBRAND-HILDEBRANDSON (H.). — Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère. La pluie. Stockholm 1899. 4°. — *Voir* Observatoire d'Upsal.

HIORTDAHL (Th.). — Om hydrazinets sulfater og alun samt om dets bestemmelse ved overmangansur kali. Christiania 1897. 8°.

HOCHREUTINER (G.). — Revue de botanique pour l'année 1898. Genève 1899. 8°.

HOLLESTELLE (A.). — Geschiedkundige beschrijving van Tholen en Omstreken. Middelbourg. 8°.

HOUZEAU (J.-C.). — Histoire du sol de l'Europe. Bruxelles 1857. 8°. — Etudes sur les facultés mentales des animaux comparées à celles de l'homme. Bruxelles 1872. 8° — et LANCASTER. Biblio-

graphie générale de l'astronomie. I, 2e partie. Bruxelles 1889. 4°.

Howe (J. Lewis). — Bibliography of the platinium group 1748-1896. Washington 1897. 8°.

Howe (M.-A.). — *Voir* Le Jolis.

Huet (A). — Steven Hoogendyt, de stichter van het eerste stoomwerktuig in Nederland. Rotterdam 1887. 4°.

Huin. — Théorie et description des régulateurs marins isochrones à bras et à bielles croisés à deux centres d'oscillation de MM. Farcot et ses fils. Paris. 8°.

Husnot (T.). — Revue bryologique, XXIV (nos 4-6), XXV, XXVI, XXVII (1-3). Caen 1897-1900. 8°.

Hymans (L.). — *Voir* Zimmermann.

Inverardi (Giovanni). — Rendiconto sommario dell' Istituto ostetrico ginecologico di Firenze. Florence 1892. 4°.

Jamshedji Edalji. — Associated conics. — Reciprocal polygons. Ahmedabad 1898. 8°.

Janet (Charles). — Les Fourmis. Paris 1896. — Sur les rapports du *Discopoma comata* Berleze avec le *Lasius mixtus* Nylander. Paris 1897. 4°.— Sur les rapports de l'*Antennephorus Uhlmanni* Haller avec le *Lasius mixtus* Nyl. Paris 1897. 4°. — Sur les nématodes des glandes pharyngiennes des fourmis (*Pelodera* sp.). Paris 1893. 4°. — Sur les nerfs de l'antenne et les organes chordotonaux ches les fourmis. Paris 1894. 4°. — Sur une cavité du tégument servant, chez les Myrmicines, à étaler au contact de l'air un produit de secrétion. Paris 1898. 4°. — Réaction alcaline des chambres et galeries des nids de fourmis. Durée de la vie des fourmis décapitées. Paris 1898. 4°. — Sur un organe non décrit servant à la fermeture du réservoir du venin et sur le mode de fonctionnement de l'aiguillon chez les fourmis. Paris 1898. 4°. — Sur le mécanisme du vol chez les insectes. Paris 1899. 4°. — Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, 12e note, 13e note. Limoges 1895-1897. 8° ; — nos 17, 18 et 19. Paris 1898. 8°.

Jardin (Edélestan). — Enumération de nouvelles plantes phanérogames et cryptogames découvertes dans l'ancien et le nouveau continent Caen 1875. 8°. — Etude etnographique sur les indigènes de l'Amérique du Nord. Galerie indienne de Georges Catlin. 8°.

Jecht (Richard). — Codex diplomaticus Lusatiæ superioris II, livr. 2, 3, 4. Görlitz 1897-1899. 8°.

Joret (Charles). — Des caractères et de l'extension du patois normand. Etude de phonétique et d'ethnographie suivie d'une carte. Paris 1883. 8°. — Jean-Baptiste Tavernier, écuyer, baron d'Aubonne, chambellan du Grand Electeur. Paris 1886. 8°.

JOUVIN (Léon). — Le pessimisme. Paris. 8°.

JULIEN (Stanislas). — Voyages des pélerins Boudhistes. Traduit du chinois. Paris 1853-1858. 3 vol. 8°.

KARDEC (Allan). — Spiritisme expérimental. Le livre des médiums. Paris 1852. 12°.

KJERULF (Th.). — Beskrivelse af en række norske bergarter. Kristiania 1892. 4°.

KLOSSOVSKY (A.). — Vie physique de notre planète devant les lumières de la science contemporaine. Odessa 1899. 8°.

KOHAUT (Rezsö). — A magyarorszagi szitakötö-félék természetrajza (Libellulidæ auct., Odonata Fabr.). Budapest. 4°.

ΚΟΡΔΕΛΛΑ (Ανδρεος). — Χρωματολογια, ητοι περι φασεως, ονομασιας και της χημικης συστασεως των χρωματων παρα τε τοις αρχαιοις και τοις νεωτεροις. εν Αθηναις 1886. 4°.

KULCZYNSKI (Ladislas). — *Voir* Chyzer.

KUNTZE (O.). — Revisio generum plantarum, III II. Leipzig 1898. 8°.

KURLÄNDER (Ignacz). — Földmagnességi mérések a magyar korona orszagaiban 1892-1894 években. Budapest 1896. 4°.

LACORDAIRE (Théodore). — *Voir* Cuvier.

LAGRANGE (J.-L.). — De la résolution des équations numériques de tous les degrés. Paris an VI. 4°.

LAMANDÉ. — Pont en pierre à construire sur la Seine à Rouen ; 2e devis des ouvrages. Paris 1815. 4°. — *Voir* Becquoy de Beaupré.

LAMARCK (Chevr de). — Flore française. II, III. Paris 1777. 8°.

LAMBERTYE (Cte Léonce de). — Conseils sur la culture des fleurs de pleine terre et de fenêtre. Paris. 18°.

LAMOUROUX (J.-P.). — Traité élémentaire de phytographie ou d'histoire naturelle des plantes, etc. Paris 1842. 2 vol. 32°. — *Voir* Made Lamouroux.

LAMOUROUX (Made S.). — Iconographie des familles végétales, etc. accompagnée d'une explication de planches par J.-P. LAMOUROUX. Paris 1842. 32°. — et GUÉRIN. Iconographie des Reptiles. Paris 1842. 32°.

LANCASTER. — *Voir* Houzeau.

LANDELLE (G. de la). — Le langage des marins. Paris 1859. 8°.

LANGLEY (S.-P.). — Memoir of George Brown Goode 1851-1896. Washington 1897. 8°.

LANGMUIR (A.-C.) et Charles BASKERVILLE. — Index to the literature of Zirconium. Washington 1899. 8°.

LANOYE (Ferdinand de). — *Voir* Mouhot.

LANZ et BÉTANCOURT. — Essai sur la composition des machines. Paris 1808. 4°.

LAPLACE (P.-S.). — Exposition du système du Monde. 2e éd. Paris an VII. 4°. — Essai philosophique sur les probabilités, précédé d'une notice historique sur le calcul des probabilités, d'après la 5e éd. Bruxelles 1829. 8°.

LARENAUDIÈRE (de). — *Voir* Gordon-Laing.

LARIVIÈRE (P.-F.-T.). — Exposé sommaire des travaux de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de la ville de Caen. Caen an XIV, 1805. 8°.

LA TOURELLE. — *Voir* Chantereyne.

LAURENCET. — Traité élémentaire de la physiologie de l'homme. Paris 1842. 32°.

LAUGIER (le Père). — Essai sur l'architecture, nouv. éd. Paris 1755. 8°.

LECERF (Théodore). — L'Archipel des îles normandes : Jersey, Guernesey, Aurigny, Sark et dépendances. Institutions communales, judiciaires, féodales de ces îles normandes. Paris 1863. 8°.

LECŒUR (E.). — La Chématobie hiemale du pommier. Argentan 1892. 8°.

LE DUC (Philibert). — *Voir* Varenne de Fenille.

LE DUIGOU (E.). — Contribution à l'étude du pronostic de l'épilepsie chez les enfants. Paris 1899. 8°.

LEE (Mrs.). — *Voir* Cuvier.

LEFÈVRE (André). — L'homme à travers les âges. Paris 1880. 18°.

LEFÈVRE (H.). — La comptabilité. Théorie, pratique et enseignement. Paris 1885. 8°.

LEFRANÇOIS (Émile). — Mémoires divers. Paris 1900. 8°.

LE GAIGNEUR. — Le pilote instruit, ou nouvelles leçons de navigation, etc. Nantes 1781. 4°.

LEGRAND (Enrique). — Prismes réitérateurs appliqués au sextant. Montevideo 1890. 4°.

LE HÉRICHER (Édouard). — Philologie de la flore scientifique et populaire de Normandie et d'Angleterre. Coutances 1883. 8°.

LE HON (H.). — L'homme fossile en Europe, son industrie, ses mœurs, ses œuvres d'art. Bruxelles 1867. 8°.

LE JOLIS (Auguste). — A propos des règles Berlinoises de la Nomenclature. Genève 1897. 8°. — *Porella* once more. New-York 1898. 8°. — Encore sur *Porella*. Caen 1898. 8°. — Deux points de nomenclature : *Ranunculus acer*, *Sonchus oleraceus*. Cherbourg 1899. 8°.

LE MAOUT (Charles). — Essai sur l'hygiène des cimetières. Cherbourg 1899. 8°.

LE MAOUT (Émile). — Pourquoi Napoléon perdit la bataille de Waterloo. Cherbourg 1900. 8°.

LE MAOUT (Emm.). — Leçons élémentaires de Botanique fondées sur l'analyse de 50 plantes vulgaires. Texte et atlas. Paris. 8°.

LEMERY (Nicolas). — Pharmacopée universelle. 4e éd. Paris 1754. 4°.

LE MESLE (Georges). — (Exploration scientifique de la Tunisie. Mission géologique en 1888). Journal de voyage. Paris 1899. 8°.

LENTILHAC (E. de). — Précis d'agriculture théorique et pratique, ou du service cultural des fermes en Périgord. Périgueux 1866. 18°.

LEROY (l'abbé). — Le vieux Cherbourg. Documents extraits des archives de la ville et de l'église paroissiale. 1re et 2e séries. Cherbourg 1875-1884. 8°.

LEROY (F.-N.). — Histoire de la commune de Monterollier (Seine-Inférieure). Rouen 1859. 8°.

LEVÊQUE (Charles). — *Voir* Papillon.

LEVIER (Émile). — Le cas du docteur Otto Kuntze. Florence 1898. 8°. — *Voir* Sommier.

LEYSSENNE (Henry). — Rapport présenté à la Commission météorologique du département des Alpes Maritimes dans sa séance du 8 Juin 1866. Nice 1866. 8°.

LIAIS (Emmanuel). — Suprématie intellectuelle de la France. Réponse aux allégations germaniques. Paris 1872. 18°.

LIAIS (Eugène). — Cherbourg. La ville, son port et son commerce. Études historiques, économiques et commerciales. Cherbourg 1871. 8°.

LIEBIG. — Les lois naturelles de l'agriculture par le baron de Liebig, traduit par A. SCHELER. I et II. Bruxelles. 8°.

LIEBLEIN (J). — Handel und Schiffart auf dem rothen Meere in alten Zeiten. Christiania 1886. 8°. — Die ægyptischen Denkmäler in St-Petersburg, Helsingfors, Upsala und Copenhagen. Christiania 1873. 8°.

LIÉNARD (Félix). — Archéologie de la Meuse, I-III et planches. Verdun 1881-1885. 6 vol. 4°.

LINDEMANN (Ferdinand). — Gedächtnissrede auf Philipp Ludwig von Seidel. Munich 1898. 4°.

LINDEN (Lucien). — A la mémoire de J. Linden (1817-1898). Bruxelles 1898. 8°.

LITTRÉ (E.). — Dictionnaire de la langue française, I-IV. Paris 1863-69; Supplément 1877. 5 vol. 4°.

LOCARD (Arnauld). — Mollusques testacés. I (Expédit. du *Travailleur* et du *Talisman*). Paris 1897. 4°.

LONG (G.-W. de). — Voyage de la *Jeannette*. Journal de l'expédition. Traduit de l'anglais par Frédéric Bernard. Paris 1885. 8°.

LORENZ (P.). — Die Fische des Kantons Graubünden (Schweiz). Zurich 1898. 8°.

LOTH (J.). — Les Mabinogion, suivis d'une traduction et d'un com-

mentaire des triades historiques et légendaires des Gaulois, etc. Paris 1889. 2 vol. 8°.

Luciani (Luigi). — Il cervelletto. Nuovi studi di fisiologia normale e patologica. Florence 1891. 4°.

Lugeol (G.). — Nouveau système d'arrimage des bâtiments de guerre français. Paris 1845. 8°.

Macdonald (W.-A.). — *Voir* Mac Gregor.

Mac Gregor (J.-G.). — On the calculability of the results of electrolysis in solutions containing two electrolytes with one iron in common. Torento 1898. 8°. — On the applicability of the dissociation theory to the alectrolisys of aqueous solutions containing two electrolytes with a common iron. Ithaca 1899. 8°. — The utility of knowledge making as a means of liberal training. Halifax 1899. 8°. — On finding the ionization of complex solutions of given concentration and the converse problem. Halifax 1899. 8°. — et E.-H. Archibald. On the calculation of the conductivity of aqueous solutions containing two electrolytes with no common iron. 1898. 8°. — et W. A. Macdonald. Note ou the variation with tension of the elastic properties of vulcanised India-rubber. Halifax 1899. 8°.

Madvig (J.-R.) — La Grammaire latine. Traduite de l'Allemand sur la 4e édition par N. Theil. Paris 1870. 4°.

Magnin (A.). — Institut botanique de l''Université de Besançon, nos 1 à 3, 6. Lyon et Besançon 1899-1900. 8°.

Mainwaring (G.-B.). et Albert Grünwedel. — Dictionary of the Lepcha-language. Berlin 1898. 4°.

Man (J.-C. de). — De vluchtbergen in Shouwen, de bevelanden en Tholen. Middelburg 1897. 8°. — De vermoedelijke afkomst van achttien steenen werpkogels, gevondan onder den keldervloer van een huis aande molstraat te Middelburg. Middelbourg 1898. 8°.

Marchoux (Emilien). — *Voir* Mesnil.

Marco (Félix). — L'unité dynamique des forces et des phénomènes de la nature ou l'atome tourbillon. Paris 1875. 12°.

Marillier (L.). — *Voir* Gurney, Myers et Podmore.

Marmier (Xavier). — Littérature islandaise. (Voyage de la corvette *La Recherche*.) Paris 1843. 8°.

Marsy (Cte de). — La législation danoise sur la conservation des monuments historiques et des antiquités nationales. Paris 1878. 8°.

Martin (Aug.). — Une excursion à Jersey. Caen 1899. 8°.

Masters (George). — Catalogue of the described Coleoptera of Australia. Suppl. 1 et 2. Sydney 1896. 8°.

MAthieu (L.). — Actualités vinicoles. Paris 1899. 8°.

MAUGER (N.-J.-B.). — Notice historique sur les Moitiers-en-Beauptois et ses environs depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Bricquebec 1884. 8°.

MAUREL (E.). — Des fractures des dents. Paris 1875. 8°. — Des luxations dentaires ; du traitement de la carie dentaire. Paris 1877. 8°. — De l'action locale des substances médicamenteuses sur les dents. Paris 1878. 8°. — Etude hygiénique sur le garde-côtes le *Tonnerre*. Paris 1878. 8°. — L'homme préhistorique à la Guyane. Paris 1878. 8°.

MAURY (F.). — Explanations and Sailing directions to accompany the wind and current charts. 7e éd. Philadelphie 1855. 4°. — Wind and Current charts, Pilotcharts, Whalecharts, Trade windcharts. Pl°.

MÈGE (Francisque). — Les cahiers des paroisses d'Auvergne en 1789. Clermont-Ferrand 1899. 8°.

MÉMAIN (l'abbé). — Etude sur l'unification du calendrier et la véritable échéance du jour de Pâques. Paris 1899. 4°.

MÉNANT (Joachim).—Leçons d'épigraphie assyrienne professées (à la Sorbonne) pendant l'année 1869. Paris 1873. 8°. — Babylonne et les Chaldéens. Paris 1875. 8°. — La bibliothèque du palais de Ninive. Paris 1880. 18°. — Les langues perdues de la Perse et de l'Assyrie. Paris 1895. 18°.

MENDES D'ALMEIDA (A.) et Rodolpho GUIMARÃES. — Curso de topographia, I. Lisbonne 1899. 8°.

MENUT (Henri). — Le phéhistorique en Basse-Normandie. Considérations générales. Etude comparative entre Bretteville et les stations de même époque. Cherbourg 1890. 8°. — L'homme préhistorique. Cherbourg 1893. 8°.

MÉQUET (Eugène). — Journal du Voyage en Islande et au Groënland exécuté pendant les années 1835 et 1836 sur la corvette *La Recherche*. Paris 1852. 8°.

MESNIL (Félix). — Note sur un Capitellien nouveau (*Capitellides* n. gen. *Giardi* n. spec.). Berlin 1898. 8°. — Etudes de morphologie externe chez les Annélides. Paris 1897. 8°. — Les genres *Clymenides* et *Branchiomaldane* et les stades post-larvaires des Arénicoles. 1898. 8°.— Sur le mode d'action du sérum préventif contre le rouget des porcs. Paris 1898. 8°. — Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires. Paris. 8°. — Et Maurice CAULLERY. Sur trois Sporozoaires parasites de la *Capitella capitata*, O. Fabr. Paris 1897. 8°.— Sur la position systématique du genre *Ctenodrilus* Clap., et ses affinités avec les Cirratuliens. Paris 1897. 4°. — Etudes de morphologie externe chez les Annélides. IV. Paris 1898. 8°. — Formes épitoques et polymor-

phisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens (*Dodecaceria concharum* Œrst.). 1898. 8°. — Et Emile MARCHOUX. Sur un Sporozoaire nouveau (*Cælosporidium chydoricola* n. g. n. sp.). Paris 1897. 4°. — *Voir* Caullery.

MEUNIER (Victor). — Les ancêtres d'Adam. Histoire de l'Homme fossile, édit. A. Thieullen. Paris 1900. 12°.

MILLER. — Traité des arbres résineux conifères, extrait et traduit de l'anglais de Miller par le baron DE TSCHUDI. Metz 1768. 8°.

MILNE-EDWARDS (H.). — Eléments de zoologie. Paris 1834. 8°.

MITTRE (Marius-Henri-Casimir). — Du métayage comparé au fermage dans le midi de la France. Aix 1848. 8°.

MOHN (H.). — Meteorologiske iagttagelser i Norge under solformörkelsen den 9. August 1896. Christiania 1897. 4°.

MOIGNO (l'abbé). — *Voir* Smith *et* Tyndall.

MOISY (Henri). — Dictionnaire du patois normand, etc. Caen 1887. 8°.

MOLLENBERG (C.-J.) et BRABANTUS. — Onuitgegeven bronnen voor de geschiedenis van Geertruidenberg. Bois-le-Duc 1899. 8°.

MONCEL (Th. du). — Note sur la séparation du courant secondaire de l'appareil de Ruhmkorff. Rochefort 1860. 8°.

MONGE (Gaspard). — Traité de statique à l'usage des Ecoles de la Marine. 6e éd. Paris 1826. 8°.

MORANDI (Luis). — El año meteorologico 1894-95. Montevideo 1897. 4°. — Años meteorologicos 1895-96 y 1896-97. Montevideo 1898. 4°. — La nebulosidad en el clima de Montevideo. 1898. 8°. — *Voir* Montevideo, Observatoire.

MOREAU (Frédéric). — Collection Caranda aux époques préhistoriques gauloise, romaine et franque. Album des principaux objets recueillis dans les sépultures de Caranda (Aisne) pendant les années 1873-75. Saint-Quentin 1878. 4°.

MORERI (Louis). — Le Grand Dictionnaire historique. etc. I-V. Paris 1718. 5 vol. f°.

MORET (Ed.). — Recherches historiques sur l'Administration de la Marine française de 1629 à 1815. Paris 1849. 8°.

MORGAN (J. de). — Géologie de la Bohême. Paris 1882. 8°.

MORIÈRE (J.). — Résumé de conférences publiques sur les distilleries de betteraves. Caen 1860. 16°.

MORLION (J.). — Manuel pratique d'horticulture. Roanne 1869. 18°.

MOUHOT (Henri). — Voyage dans les royaumes de Siam, de Cambodge, de Laos et autres parties centrales de l'Indo-Chine. Relation extraite du Journal et de la correspondance de l'auteur par Ferdinand DE LANOYE. Paris 1868. 18°.

MOULIN (L.). — Le nouvel hypnotisme. Paris 1887. 16°.

MOULINIÉ (J.-J.). — *Voir* Vogt.

MOUTIER (P.). — Essais sur l'organisation rationnelle de la comptabilité à parties doubles. I. Théorie algébrique de la comptabilité. Rouen 1899. 8°.

MULLER (F.). — Causerie sur le cidre. Argentan 1892. 8°.

MYERS. — *Voir* Gurnay.

NARES (sir George S.). — Traité de manœuvre et de matelotage. Traduit de l'anglais et annoté par Edmond TIRET. 2e éd. Portsmouth. 8°.

NAVILLE (Ernest). — La physique moderne. Etudes historiques et philosophiques. Paris 1883. 8°.

NEUVILLE (J.-L.). — Les ports militaires de la France. Cherbourg, Brest, Lorient, Rochefort, Toulon. Paris 1854. 18°.

NICOLLET (F.). — Liste de Lépidoptères trouvés aux environs de Cherbourg. Cherbourg 1897. 8°.

NIESTEN (L.). — *Voir* Bruxelles, Observatoire.

NITTINGER. — Jenner's Cant vor den wissenschaftlichen Congresse von frankreich zu Cherbourg 1860, zu Bordeaux 1861. Leipzig 1862. 8°. — Testament der Natur gegen die Vergewaltigung der Völker durch den Heuland aus Bête-lehem namlich durch die giftige und nuzlose Impfung. Leipzig. 1865. 8°.

NOURY (Raphael). — Tarifs, d'après le système métrique, pour cuber les bois carrés et ronds. Paris 1808. 4°.

NOEL (Gabriel). — Recherche sur la construction et la meilleure disposition des digues pour les rendre capables de résister aux efforts de la mer. Caen 1781. 8°. — Digue de Cherbourg. Réclamation ou quelques idées produites par la lecture d'un ouvrage que vient de faire imprimer M. Cachin, sous le titre de : Mémoire sur la digue de Cherbourg comparée avec le Breakwater de Plimouth. Cherbourg 1820. 8°. (Suivi d'un appendice manuscrit du même auteur, février 1821). — Notice de la Marine à Cherbourg pour l'an 5e de la République française. Cherbourg an V. 18°.

NORMAND (J.-A.). — Formules de navigation stellaire. Paris 1888. 4°.

ODDI (Ruggero) et Umberto ROSSI. — Sul decorso delle vie afferenti del midollo spinale. Florence 1891. 4°.

ORTIGUE (J. d'). — La musique à l'église. Paris. 16°.

OUVAROFF. — Etudes de philologie et de critique. Saint-Petersbourg 1845. 8°.

PAIVA (A. Herculano Barão do Castello de). — Roteiro da viagem de Vasco da Gama em MCCCCXCVII. Lisbonne 1861. 8°.

PALISOT DE BEAUVOIS (A.-M.-F.-J.). — Prodrome des cinquième et sixième famille de l'Æthéogamie. Les mousses, les Lycopades Paris 1805. 8°.

PALISSY (Bernard). — Œuvres complètes de Bernard Palissy, avec des notes par Paul-Antoine CAP. Paris 1844. 8°.

PALISSY (Bernard). — Les œuvres de Bernard Palissy publiées d'après les textes originaux avec une notice par Anatole FRANCE. Paris 1880. 8°.

PAPADOPOULOS (M.-P.). — Recherches sur le traitement de la pneumonie par la chaleur élevée. Paris 1890. 8°.

PAPILLON (Fernand). — Histoire de la philosophie moderne dans ses rapports avec le développement des sciences de la nature, ouvrage posthume de Fernand Papillon, publié par Charles Lévêque. Paris 1876. 2 vol. 8°.

PARIS (Gaston). — Rapport fait au nom de la Commission des antiquités de la France sur les ouvrages envoyés au concours de l'année 1880 ; — pendant l'année 1881. Paris. 4°.

PARTSCH (J.). — Literatur der Landes- und Volkskunde der Provinz Schlesien (nos 5 et 6). Breslau 1897, 1898. 8°.

PATIN (Gui). — Lettres de Gui Patin. Nouvelle édition etc. par J.-H. Reveillé-Parise. Paris 1846. 3 vol. 8°.

PATTERSON (Arthur-J.). — The Magyars : their country and institutions. Londres 1869. 2 vol. 8°.

PATTU. — Analyse d'un mémoire sur la Digue de Cherbourg adressé à l'Académie de Caen par le baron Cachin. Caen 1821. 4°.

PAUCTON (Alexis-Jean-Pierre). — Métrologie, ou Traité des mesures, poids et monnaies des anciens peuples et des modernes. Paris 1780. 4°.

PENZIG (Otto). — Ueber Javanische Phalloideen. Leide 1899. 8°. — I prodotti vegetali del mercato di Buitenzorg. Gênes 1898. 8°. — Sopra una nuova specie di *Prosopis* dell' America meridionale. Gênes 1898. 8°. — Onoranze a Marcello Malpighi. Gênes 1898. 8°. — *Amallospora*, nuovo genere di Tubercularieae. Gênes 1898. 8°. — Flora popolare Ligure ; Primo contributo allo studio dei nomi volgari delle piante in Liguria. Gênes 1897. 8°. — et P.-A. SACCARDO. Diagnoses fungorum novorum in Insula Java collectorum, ser. 1a, ser. 2a. Gênes 1897, 1898. 8°.

PÉRIAUX (Nicétas). — Histoire sommaire et chronologique de la ville de Rouen, de ses monuments, de ses institutions, de ses personnages célèbres, etc. jusqu'a la fin du XVIIIme siècle. Rouen 1894. 8°.

PERRON. — *Voir* Ebn-Omar El-Tounsy.

PERRONET. — Mémoire sur le cintrement et le décintrement des ponts. Paris 1773. 4°.

PETENYI (J.-S.). — *Pastor roseus* L. Ornithologiai hagyatéké. Budapest 1896. 4°.

ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ (Ανδρεας). — Δυναμις και Υλη. Κοινωφελεις μελεται επι της φυσικης και φιλοσοφικης ιστοριας μεταγλωττισθεισαι (Louis Büchner). Αθηνησι 1882. 8°.

Piazzi-Smyth. — La grande pyramide pharaonique de nom, humanitaire de fait. Ses merveilles, ses mystères et ses enseignements. Traduit de l'anglais par l'abbé Moigno. Paris 1875. 12°.

Pickering (Edw.-C.). — Annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College, 52th, 53th. Cambridge 1897, 1898. 8°. — *Voir* Cambridge U.-S. Observatoire.

Piette (Édouard). — La France préhistorique par M. Cartaillac: Analyse. Angers 1890. 8°. — et J. de la Porterie. Études d'éthnographie préhistorique. Fouilles à Brassempouy en 1896. Paris 1897. 8°. — V. Fouilles à Brassempouy en 1897. Paris 1899. 8°.

Pigeon (l'abbé E.-A.). — Histoire de la cathédrale de Coutances. Coutances 1876. 8°.

Pini (E.). — Riassunto delle osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1896. Milan 1897. 4°. —... nell' anno 1898. Milan 1899. 4°.

Piquot (Alfred). — Histoire de la commune d'Omonville-la-Foliot canton de la Haye-du-Puits et de son dernier seigneur. Bricquebec 1884. 8°. — Culture des pommiers à cidre. Bricquebec 1885. 16.

Plateau (Félix). — Comment les fleurs attirent les insectes, 4e et 5e parties. Bruxelles 1897. 8°. — Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Paris 1898. 8°. — Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. 2e partie : Le choix des couleurs par les insectes. Paris 1899. 8°. — La vision chez l'*Anthidium manicatum* L. Bruxelles 1899. 8°.

Pluquet (Frédéric). — Essai historique sur la ville de Bayeux et son arrondissement. Caen 1829. 8°.

Podmore. — *Voir* Gurney.

Poissenet (J.-G.). — Métrologie forestière ou tables de la cubature des bois de construction, marine et chauffage, suivant le système décimal. Paris an VI. 8°.

Poncelet et Schweber. — Sondages effectués par *La Drôme* dans l'Atlantique Nord. Paris 1896. 8°.

Porterie (J. de la). — *Voir* Piette.

Postinger (C.-T.). — Clementino Vannetti. Rovereto 1896. 8°.

Pouchet (F.-A.). — Théorie positive de l'ovulation spontanée et de la fécondation des mammifères et de l'espèce humaine. Paris 1847. 8°. — Histoire des sciences naturelles au Moyen-Age, ou Albert-le-Grand et son époque considérés comme point de départ de l'École expérimentale. Paris 1853. 8°. — L'Univers. Les infiniment grands et les infiniment petits. Paris 1865. 18°.

Pouthier (E.). — Leçons de géométrie descriptive. Paris 1891. 8°.

Preudhomme de Borre (A.). — Sur le *Sargus nitidus* Meigen et sur sa capture en Belgique. Bruxelles 1899. 8°.

Primics (György). — A csetrashegység geologiaja ès ércztelérei. Budapest 1896. 4°.

Prony (R.). — Instruction pratique sur une méthode pour déterminer les dimensions des murs de revêtement en se servant de la formule graphique de R. Prony. Paris an X. 4°.

Quatrefages (A. de). — Charles Darwin et ses précurseurs français, étude sur le transformisme. Paris 1870. 8°.

Radau (R.). — L'acoustique et les phénomènes du son. Paris 1867. 16°.

Ratzel (Friedr.). — Beiträge zur Geographie des mittleren Deutschland. Leipzig 1899. 8°.

Ravenstein (E.-G.). — The Russians on the Amur ; its discovery, conquest and colonisation, with the description of the country, its inhabitants, productions and commercial capabilities. Londres 1861. 8°.

Rayet (G.). — Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, 1894-95 à 1898-99. Bordeaux. 8°.

Raymond. — Iconographie des Poissons. Paris 1829. 16°.

Réchin (l'abbé J.). — *Voir* Corbière.

Reinaud. — Relation des voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et la Chine dans le IX^e^ siècle de l'ère chrétienne. Texte arabe imprimé en 1811 par Langlès, publié avec une traduction française par M. Reinaud. Paris 1845. 2 vol. 12°.

Renault. — Essai historique sur Coutances. Saint-Lo 1847. 8°.

Rendu (Victor). — Mœurs pittoresques des insectes. Paris 1870. 16°. — *Voir* Schwerz.

Reveillé-Parise (J.-H.). — *Voir* Gui Patin.

Revoil (Benedict H.). — *Voir* Ferrier.

Rey-Pailhade (J. de). — Le temps décimal, avantages et procédés pratiques avec un projet d'unification des heures des colonies françaises. Toulouse 1894. 8°.

Ribot (Th.). — Les maladies de la personnalité. Paris 1885. 18°.

Riccia (Angelo della). — Studio sui parafulmini. Rome 1899. 8°.

Richard (L.-C.). — Mémoires sur les Conifères et les Cycadées, ouvrage posthume de L.-C. Richard, terminé et publié par Achille Richard fils, avec 30 planches. Paris 1826. 4°.

Richet (Ch.). — *Voir* Gurney, Myers et Podmore.

Rieffel (J). — *Voir* Bujault.

Ripley (William Z.). — A selected bibliography of the anthropo-

logy and ethnology of Europe. Boston 1899. 8°.

Ristori (Giuseppe). — Cheloniani fossili di Montebamboli e Casteani. Florence 1895. 4°.

Robin (Ch.). — *Voir* Béraud.

Robinski (Severin). — Operiren oder Nichtoperiren bei Krebs-Erkrankungen und andere zeitgemässe, insbesondere therapeutische Fragen. Berlin 1898. 8°.

Robiou de la Tréhonnais (F.). — L'étable. Traité pratique de zootechnie agricole. Paris 1869. 18°.

Rochet d'Héricourt (C.-E.-X.). — Voyage sur la côte orientale de la Mer rouge, dans le pays d'Adel et le royaume de Choa. Paris 1841. 8°.

Rogel (Franz). — Die Entwicklung nach Bernoulli'schen Functionen. Prague 1896. 8°. — Theorie der Euler'schen Functionen. Prague 1896. 8°. — Note zur Entwicklung nach Euler'schen Functionen. Prague 1896. 8°. — Combinatorische Beziehungen zwischen Summen von Teilerpotenzen. 1897. 8°. — Die Summirung einer Gattung trigonometrischer Reihen. Greifswald 1897. 8°. — Lineare Relationen zwischen Mengen relative Primzahlen. Greifswald 1897. 8°. — Entwicklungen einiger zahlentheoretischen Functionen in unendliche Reihen. Prague 1897. 8°. — Transformationen arithmetischen Reihen. Prague 1897. 8°. — Note über Kugelfunktionen. Prague 1898. 8°. — Recursive Bestimmung der Anzahl primzahlen unter gegebenen Grenzen. Prague 1899. 8°.

Romanes (G.-J.). — L'évolution mentale chez l'homme. Origine des facultés humaines. Traduit de l'anglais par Henri de Varigny. Paris 1891. 8°.

Romdahl (Axel). — Glossaire du patois du Val-de-Saire (Manche), suivi de remarques grammaticales. Linköping 1881. 8°.

Rona (Zsigmond). — A légnyomas a magyar birodalomban 1861-töl 1890-ig. Budapest 1897. 8°.

Rossi (Umberto). — Contributo allo studio della struttura, della maturazione e della destruzione delle uova degli Anfibi *(Salamandrina perspicillata* e *Geotriton fuscus)*. Florence 1895. 4°. — Sulla struttura dell' ovidutto del *Geotriton rufus*. Ricerche istologiche. Florence 1895. 4°. — *Voir* Oddi.

Roulland. — Rapport sur le concours ouvert le 26 février 1858. (Prix Le Sauvage. Académie de Caen). Caen 1862. 8°.

Rousselon et Vibert. — Le Jardinier des petits jardins, etc. Paris (s. d.). 18°.

Roussin (Alfred). — Une campagne sur les côtes du Japon. Paris 1866. 18°.

Sabatier (J.-C.). — Recherches historiques sur la Faculté de médecine de Paris, depuis son origine jusqu'à nos jours. Paris 1835. 8°.

Saccardo (P.-A.). — *Voir* Penzig.

Sahut (Félix). — L'Ecole nationale d'horticulture de Versailles. Montpellier 1897. 8°. — L'arboriculture et la viticulture aux Etats-Unis, etc. Montpellier 1897. 8°. — La Normandie et sa végétation arborescente, suivi de Le Chrysanthème. Montpellier 1897. 8°. — De l'acclimatation par sélection d'espèces végétales et création de races moins frileuses chez les arbres fruitiers et chez les autres arbres ou plantes, suivi de la Taille herbacée des vignes gelées ou grêlées. Lyon 1898. 8°. — Charles Naudin. Notice nécrologique et biographique. Montpellier 1899. 8°. — Un épisode rétrospectif à propos de la découverte du Phylloxera. Montpellier 1899. 8°. — La pomologie aux Etats-Unis, suivi du Rapport sur l'exposition de fruits de Dijon. Montpellier 1899. 8°.

Saillard (Émile). — La fabrication du beurre. Paris 1897. 8°.

Salles (C.). — Théorie du mouvement des corps célestes d'après un élément inconnu ou négligé jusqu'à ce jour, la répulsion électrique australe ; lois et causes de la chute des corps graves. Valognes 1867. 4°.

Sanson (André). — Économie du bétail. 1re partie : Organisation et fonctions physiologiques. Hygiène. Paris 1865. 18°. — 2e partie : Principes généraux de la zootechnie. Paris 1866. 18°. — Applications de la zootechnie (cheval, âne, mulet, Institutions hippiques). Paris 1867. 18°. — Applications de la zootechnie (Bœuf. Mouton. Chèvre. Porc). Paris s. d. 18°.

Sars (G.-O.). — Fauna Norvegiæ. I. Beskrivelse af de hidtil kjendte norske arter af underordnerne Phyllacarida og Phyllopoda. Christiania 1896. 4°.

Sasse van Ysselt (A.-F.-O.van). — Nieuwe Catalogus der oorkonden en handschriften berustende in de boekerij van het Provinciaal Genootschap van kunsten en wetenschappen in Noord-Brabant. 's Hertogenbosch 1900. 8°.

Sausse (G.). — Fouille d'un galgal à Fontenay-le-Marmion (Calvados). Caen 1896. 8°

Saussure (H.-B. de). — Voyages dans les Alpes. Partie pittoresque. 2e éd. augmentée des voyages en Valais, au Mont-Cervin et autour du Mont-Rose. Paris 1852. 18°.

Sauvage (Hippolyte). — *Voir* Toustain de Billy.

Sauvé (A.). — L'orthographe française considérée surtout au point de vue de la mémoire des mots et de l'action du sens intime sur

la prononciation. Cherbourg 1899. 8°.

Scheler (Ad.). — *Voir* Liebig.

Scheliha (von). — *Voir* Chauvinière (L. de la).

Schiaparelli (G.-V.). Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topographia e costituzione del pianeta Marte. Rome 1899. 4°. — *Voir* Observatoire de Brera (Milan).

Schwerz (J.-N.). — Assolements et culture des plantes de l'Alsace, ouvrage traduit de l'allemand et annoté par Victor Rendu. Paris 1839. 8°.

Schweber.— Observations magnétiques en mer à bord du croiseur *Le Dubourdieu*. — Méthode de réduction des observations par E. Guyou. Paris 1896. 8°. — *Voir* Poncelet.

Schweder (G.). — Die Bodentemperaturen in Riga. Riga 1899. 4°.

Sébillot (Amédée). — Des condenseurs par surfaces et de l'application des hautes pressions à la navigation à vapeur. Paris. 8°.

Seeland (Ferd.). — Diagramme der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen zu Klagenfurt. Dec. 1897 bis Nov. 1898. Klagenfurt 1899. f°.

Simon. — Guide pratique de la production et de la fabrication des cidres et poirés. Cherbourg. 8°.

Simon (Max). — Le monde des rêves. Paris 1888. 8°.

Simonin. — Traité élémentaire de la coupe des pierres, ou art du trait. Paris 1792. 4°.

Smith (C. Michie).— Report on the madras Observatory for 1898-99. Madras 1899. 4°.

Smyth (Piazzi). — *Voir* Piazzi-Smyth.

Snyder (M.-B.). — Report of the Harvard astrophysical conference. Lancaster 1898. 8°.

Sommier (S.). — In memoria di Teodoro Caruel. Florence 1899. 4°. — La microflora mediterranea precoce. Aggiunte alla florula di Giannutri. Florence 1897. 8°. — Il *Cistus laurifolius* L. e il suo diritto di cittadinanza in Italia. 1899. 8°. — Aggiunte alla florula di Capraia. 1898. 8°. — Osservazioni critiche sopra alcune Papilionacee di Toscana, e località nuove. 1898. 8°. — Fioriture fuori di stagione nell' inverno 1896-97. 1897. 8°. — *Ophrys bombyliflora* × *tenthredinifera*. 1896. 8°. — Il *Gladiolus dubius* Guss. nella flora toscana dell' Isola del Giglio. 1896. 8°. — *Platanthera bifolia* Reichb. *tricalcarata*. 1898. 8°.— Di alcune piante nuove o poco note per la Toscana 1899. 8°. — Considerazione geografiche sulla valle dell' Ob. 1895. 8°. — Alcune osservazioni sui *Ranunculus* dell' erbario Doria. Gênes 1896. 8°. — La gita sociale all' isola della Gorgona. Piante raccolte. Florence 1899. 8°. — Due Gagee nuove per la Toscana e alcune

osservazioni sulle Gagee di Sardegna. Florence. 1897. 8°. — Una nuova orchidea del Giglio ed alcuni appunti sulla flora di quest' isola. Florence 1895. 8°. — Parole in morte del Prof. Giuseppe Gibelli. Florence 1898. 8°. — Et E. Levier. Pugillus plantarum Caucasi centralis a cl. M. de Déchy julio 1897 in excelsioribus Chewsuriæ lectarum. Florence 1898. 8°. — Plantarum novarum Caucasi manipulus alter. Florence 1897. 8°.

Sorel (E.). — Distillation et rectification industrielles. Paris 1899. 8°.

Spencer St-John. — Haïti ou la République noire. Traduit par J. West. Paris 1886. 12°.

Stok (J.-P. van der). — Wind and weather, currents, tide and tidal streams, in the East Indian Achipelago. Batavia 1894. Pl°.

Stratz (C.-H.). — Der geschlechtsreife Saaugethiereirstock. La Haye 1898. 4°.

Strelbitsky (J.). — Superficie de l'Europe. Saint-Pétersbourg 1882. 4°.

Strens (L.). — *Voir* Zimmermann.

Szadeczky (Gyula). — A zempléni szigethegység geologiai és közettani tekintetben. Budapest 1897. 4°.

Szily (C.). — Rapport sur les travaux de l'Académie hongroise des sciences en 1896. Budapest 1897. 8°. — ... en 1898. Budapest 1899. 8°.

T*** (L.-M.-P). — *Voir* Hanin.

Tardieu (Ambroise). — Atlas pour servir à l'intelligence de l'Histoire générale des voyages de Laharpe. Paris 1825. f°.

Tavernier. — Les six voyages de Jean-Baptiste Tavernier en Turquie, en Perse, aux Indes. Paris 1678. 2 vol. 32°.

Tchihatcheff (Pierre de). — Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du Royaume de Naples. Berlin 1842. 8°.

Theil (N.). — *Voir* Freund *et* Madvig.

Théon (de Smyrne). — Œuvres, *voir* Dupuis.

Thieullen (A.). — Les véritables instruments usuels de l'âge de la pierre. Paris 1897. 8°. — Lettre à M. Chauvet; pour faire suite aux Véritables instruments usuels de l'âge de la pierre. 1898. 4°. — Silex anticlassiques présentés à la Société normande d'études préhistoriques. Paris 1900. 8°. — *Voir* Meunier (V.).

Thomson (Gaston). — L'Herzégovine. Paris 1874. 12°.

Tiret (Edmond). — *Voir* Nares.

Tissandier (Gaston). — Les fossiles. Paris 1875. 16°.

Tissot (J.). — La vie dans l'homme. Paris 1861. 8°.

Tollemer (l'abbé). — Journal manuscrit d'un sire de Gouberville et du Mesnil-au-Val, gentilhomme campagnard au Cotentin, de

1553 à 1562. Rennes 1879. 18°.

TOPINARD (Paul). — On the anthropology of Brittany. Londres 1897. 8°. — Le moi, l'instinct et l'intelligence chez l'homme. Paris 1897. 8°.

TOURNEFORT. — Histoire des plantes qui naissent aux environs de Paris, avec leur usage dans la médecine. Paris 1698. 12°.

TOUSTAIN DE BILLY. — Mortain par René Toustain de Billy d'après les manuscrits autographes et inédits de la Bibliothèque nationale, précédé d'une notice biographique et bibliographique sur l'auteur, par Hippolyte SAUVAGE. Mortain 1879. 8°.

TROGNEUX (G.). — Notice historique sur les divers modes de transport par mer. Paris 1889. 4°.

TSCHUDI (Baron de). — *Voir* Miller.

TUPINIER (Baron). — Considération sur la Marine et sur son budget. Paris 1841. 8°.

TYNDALL (John). — Le son. Traduit de l'anglais par l'abbé MOIGNO. Paris 1869. 8°.

VACQUANT (Ch.). — Cours de géométrie élémentaire : 3e éd. Paris 1890. 8°.

VALENTIN (Juan). — Indice general de los Anales de la Sociedad cientifica argentina (tomos I à XL inclusive). Buenos Aires 1897. 8°.

VALIN (René-Josué). — Nouveau commentaire sur l'Ordonnance de la Marine du mois d'Août 1681, etc. La Rochelle 1776. 2 vol. 4°.

VARENNE DE FENILLE. — Œuvres agronomiques et forestières, études précédées d'une notice biographique par Philibert LE DUC. Paris 1869. 8°.

VARIGNY (Henry de). — *Voir* Romanes.

VASTEL (L.). — Essai sur l'histoire de la ville de Honfleur. Honfleur 1834. 12°.

VAUGONDY (Robert de).— Institutions géographiques. Paris 1766. 8°.

VERRIER (E.). — La femme devant la science, considérée au point de vue du système cérébral. Paris 1883. 8°.

VÉRUSMOR (Alexis Gehin, dit). — *Voir* Voisin-la-Hougue.

VIALLET. — *Voir* Bossut.

VIDAL DE LABLACHE (P.). — Le principe de la Géographie générale. Paris 1896. 8°. — La géographie politique à propos des écrits de M. Frédéric Ratzel. Paris 1898. 8°. — Leçon d'ouverture du cours de Géographie. Paris 1899. 8°.

VILLE (Georges). — Recherches expérimentales sur la végétation. Dosage de l'ammoniaque de l'air, absorption de l'azote de l'air par les plantes (1853). 3e éd. Paris 1897. 8°. — Pavillon Georges Ville 1899. Tableaux 1878. Paris 1899. 4°.

VINCELOT (abbé M.). — Essais étymologiques sur l'ornithologie du Maine-et-Loire, ou les mœurs des oiseaux expliquées par leurs

noms. Angers 1865. 8°.

VINET (Ernest). — L'art et l'archéologie. Paris 1874. 8°.

VOGT (Carl). — Leçons sur l'homme, sa place dans la création et dans l'histoire de la Terre. Traduit par J.-J. MOULINIÉ. Paris 1865. 8°.

VOISIN (Félix). — De l'homme animal. Paris 1839. 8°.

VOISIN-LA-HOUGUE. — Histoire de la ville de Cherbourg, de Voisin-la-Hougue, continuée depuis 1728 jusqu'à 1835, par VÉRUSMOR. Cherbourg 1835. 8°.

VODERMAN (A.-G.). — Onderzoek naar het verband tusschen den Aard der rijstvoeding in de gevangenissen op Java en Madoera en et voorkomen van Beri-beri onder de geïnterneerden. Batavia 1897. 4° et atlas. — Toelichting op mijn Beri-beri-verslag. Batavia 1898. 8°. — Celebes-Vogels. Batavia 1898. 8°. — Moluken-Vogels. Batavia 1898. 8°. — *Lophura nobilis* Sclat. de Fazant van Bangka. Batavia 1898. 8°. — Twee lichtgevende visschen van Banda. Batavia 1899. 8°. — Analecta op bromatologisch gebiet (III)[1]. Batavia 1899. 8°. — De *Pangium edule* Reinw. als voedingsgewas. Batavia 1899. 8°. — Over zoogenaamde bloodregens op Java. Batavia 1899. 8°. — Vervalsching van Cajeputolie in Ned.-Indië. Batavia 1899. 8°. — Java-Vogels, II. Batavia 1899. 8°. — Systematisch overzigt der Vogels welke op Java inheemsch zijn. Welterroden 1900. 8°.

WEINEK (L.). — Berghöhenbestimmung auf Grund des Prager photographischen Mond-Atlas. Vienne 1899. 8°. — *Voir* Prague, Observatoire.

WESSEL (Caspar). — Essai sur la représentation analytique de la direction. Copenhague 1899. 4°.

WEST (J.). — *Voir* Gilder *et* Spencer Saint-John.

WILDEMAN (Em. de) — Notes mycologiques, nos 1, 3, 4, 6 à 10. Bruxelles 1893-1898. 8°. — Census Chytridinearum. Gand. 8°. — Quelques notes sur la nomenclature générique des Champignons. Bruxelles 1896. 8°. — Ohservations algologiques. Bruxelles. 8°. — Quelques mots sur la flore algologique du Congo. Bruxelles. 1889. 8°. — Notes algologiques. Bruxelles 1890. 8°. — Chytridiacées de Belgique. Bruxelles 1890. 8°. — Note sur quelques algues. Venise 1891. 8°. — Tableau comparatif des algues de Belgique. Bruxelles 1895. 8°. — Note sur quelques Saprolégniées parasites des algues. Bruxelles. 8°. — Les *Trentepohlia* des Indes néerlandaises. Leide 1890. 8°. — Le genre *Scenedesmus* Meyen. Venise. 1893. 8°. — Résumés et Comptes-rendus. Bruxelles 1895. 8°. — Observations critiques sur quelques espèces de la famille des Desmidiées. Bruxelles 1894. 8°. — Les

algues de l'herbier Schleicher. Bruxelles 1895. 8°. — Matériaux pour la flore algologique du département de la Meuse. Montmédy 1896. 8°. — Sur le thermotaxisme des Euglènes. Bruxelles 1894. 8°. — Les Volvocacées. Essai de systématique du groupe. Bruxelles 1896. 8°. — Note sur le *Chlorotylium incrustans* Reinsch. Bruxelles 1896. 8°. — Observations sur quelques espèces du genre *Vaucheria*. Bruxelles 1896. 8°. — Note sur quelques espèces du genre *Trentepohlia* Martius. Bruxelles 1897. 8°. — Catalogue de la flore algologique de la Suisse. Bruxelles 1895. 8°. — Prodrome de la flore algologique des Indes Néerlandaises; et supplément. Batavia 1897-99. 8°. — Recherches au sujet de l'influence de la température sur la marche, la durée et la fréquence de la caryocinèse dans le Règne végétal. Bruxelles 1891. 8°. — Les recherches récentes sur la structure cellulaire. Bruxelles 1894. 8°. — Le Jardin botanique de Buitenzorg. Bruxelles 1892. 8° — Les récentes recherches de M. Treub sur les Casuarinées. Bruxelles 1892. 8°. — Sur les lois qui régissent la disposition et l'attache des cloisons cellulaires dans les végétaux. Gênes 1892. 8°. — Sur les microscopes de la maison F. Koritska à Milan. Bruxelles 1893. 8°. — J.-E. Bommer (1829-1895). Bruxelles 1895. 8°. — La révision de la nomenclature chez les Orchidées. Gand 1896. 8°. — Icones selectæ horti Themensis, I, (nos 1-3). 1899-1900. 8°. — Un *Theobroma* nouveau. Genève 1899. 8°. — Une nouvelle Chytridinée *(Micromyces Mesocarpi)*. Genève 1900. 8°.

Wiley (H.-W.). — Composition of Maize (Indian corn), including the grain, meal, stalks, pith, fodder, and cobs ; compiled chiefly from the records of the Division of chemistry. Washington 1898. 8°.

Wille (A.). — Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen. Christiania 1897. 8°.

Wolfer (A.) — Astronomische Mittheilungen, nos 89 et 90. Zurich 1898-1899. 8°.

Woodward (Th.-Jenkinson). — *Voir* Goodenough.

Zahlbruckner (Alexander). — Revisio Lobeliacearum Boliviensium hucusque cognitarum. 1897. 8°. — Lobeliaceæ brasilienses e collectionibus imprimis Dr. A. Glaziou. Copenhague 1895. 8°.

Zimmermann (W.-F.-A.). — Le monde avant la création de l'homme ou le berceau de l'univers. Traduit de l'allemand sur la 10e éd. par L. Hymans et L. Strens. Paris 1857. 8°.

LISTE DES MEMBRES

Bureau de la Société.

Membres fondateurs.

Aug. LE JOLIS, I ❀, directeur et archiviste perpétuel.
† Emm. LIAIS, ❀, secrétaire honoraire. († 5 mars 1900).
† Comte Th. DU MONCEL, O ❀, de l'Institut. († 16 février 1884).

Bureau élu pour 1898.

L. EYNAUD, C ❀, I ❀, président.
Dr R. COLLIGNON, ❀, I ❀, vice-président.
L. CORBIÈRE, I ❀, secrétaire.
Dr GUIFFART, ❀, trésorier.

Bureau élu pour 1899.

Dr R. COLLIGNON, ❀, I ❀, président.
A. LE JOLIS, I ❀, vice-président.
L. CORBIÈRE, I ❀, secrétaire.
Dr GUIFFART, ❀, trésorier.

Bureau élu pour 1900.

A. LE JOLIS, I ❀, président.
H. JOUAN, O ❀, A ❀, vice-président.
L. CORBIÈRE, I ❀, secrétaire.
Dr R. COLLIGNON, ❀, I ❀, trésorier.

Membre honoraire.

Dr Ed. BORNET, ❀, I ❀, membre de l'Institut, à Paris.

Membres titulaires

1re section. Sciences médicales.

Dr MONNOYE, A ✠, médecin en chef de l'Hospice civil.
JOBEY, pharmacien.
LÉONARD, O ✠, I ✠, pharmacien en chef de la Marine.
Dr R. COLLIGNON, ✠, I ✠. médecin-major de 1re cl. au 25e de ligne.
Dr BOURSIAC, médecin-major de 2e cl. au 25e de ligne.
Dr LE DUIGOU, médecin.
Dr MICHEL, O ✠, I ✠, directeur du service de santé de la Marine.
Dr LEFRANÇOIS, médecin spécialiste.
Dr ARDOUIN, chirurgien.

2e section. Histoire naturelle et agriculture.

Aug. LE JOLIS, I ✠, ancien président du Tribunal de commerce.
Baron Arthur DE SCHICKLER, au château de Martinvast.
L. CORBIÈRE, I ✠, professeur au Lycée.
DUTOT, I ✠, greffier du Tribunal de commerce.
NICOLLET, I ✠, ancien professeur.
Emile LE MAOUT, imprimeur-éditeur.
Pierre FAUVEL, docteur ès sciences naturelles.
L. A. MARTIN, commis principal des Directions de Travaux de la Marine.
L. MATHIEU, A ✠, O ✠, professeur au Lycée.
LEMÉNICIER, ✠, A ✠, ✠, sous-préfet.

3e section. Géographie et navigation.

H. JOUAN, O ✠, A ✠, capitaine de vaisseau en retraite.
ARNAULT, ✠, lieutenant de vaisseau en retraite.
Vice-amiral FOURNIER, C ✠, I ✠.
Lucien MOTTEZ, ✠, lieutenant de vaisseau.
FÉPOUX, enseigne de vaisseau.
DIZOT, capitaine au 25e de ligne.

4e section. Sciences physiques et mathématiques.

L.-L. FLEURY, physicien.
E. BERTIN, C ✻, I ⚙, directeur des Constructions navales, (secrétaire honoraire de la Société).
CARLET, O ✻, I ⚙, ancien directeur des Constructions navales.
Em. SOREL, ✻, ex-ingénieur des Manufactures de l'État.
EYNAUD, C ✻, I ⚙, inspecteur général du Génie maritime.
MINARD, ✻, ingénieur des Ponts-et-Chaussées.
Commandant JUIN DE BAISSÉ, ✻, chef du Génie à Cherbourg.
BÉNARD, O ✻, sous-intendant militaire en retraite.
TRÉBOUL, ✻, ingénieur en chef de la Marine.
Ferd. GUILLON, ingénieur civil.
JOMIER, ingénieur des Ponts-et-Chaussées.

Membres correspondants.

ABELEVEN, secrétaire de la Société botanique, à Nymègue.
ABENDROTH, secrétaire de la Société de géographie de Dresde.
AGARDH (J.-G.), professeur émérite de l'Université de Lund.
AGASSIZ (Alex.), directeur du Musée zoologique de Cambridge.
AGUILAR, secrétaire de la Société « Antonio Alzate », à Mexico.
AHLES, professeur à l'Université de Stuttgart.
AMEGHINO, paléontologiste, à La Plata.
AMMON, anthropologiste, à Carlsruhe.
ARCANGELI, directeur du Jardin botanique de Pise.
ARECHEVALETA, directeur du Musée de Montevideo.
ARDISSONE, professeur de botanique, à Milan.
ARESCHOUG (F.-W.-C.), professeur à l'Université de Lund.
ARNOLD, botaniste, à Munich.
ASCHERSON, professeur de botanique, à Berlin.
AUTRAN, conservateur de l'herbier Boissier, à Chambéry.
BAIL, professeur à l'Université de Dantzig.
BAKER, conservateur des herbiers de Kew.
BALFOUR (J.-B.), directeur du jardin botanique d'Edimbourg.
BALL, professeur à l'Université de Dublin.
BARANIECKI, professeur à l'Université de Kijew.
BARBOZA DU BOCAGE, directeur du Musée de Lisbonne.
BARNABY, membre de la Société Royale de Londres.
BECCARI, directeur du Jardin botanique de Florence.
BECK von MANAGETTA, professeur de botanique, à Vienne.
BÉKÉTOFF, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.
BERTHELOT, membre de l'Institut, à Paris.

BERTHOLD, professeur à l'Université de Gœttingue.
BERTRAND, professeur à la Faculté des sciences de Lille.
BESCHERELLE, botaniste, à Clamart.
BEZOLD, directeur de l'Institut météorologique de Berlin.
BIESIADECKI, professeur d'anatomie à l'Université de Cracovie.
BIGOT, professeur à la Faculté des sciences de Caen.
BLANCHARD (Raph.), secrétaire de la Société zoologique de Paris.
BLASERNA, professeur à l'Université de Rome.
BLOMSTRAND, professeur de chimie à Lund.
BLUMENTHAL, secrétaire de la Société des sciences de Francfort.
BOHNENSIEG, blibliothécaire du Musée Teyler, à Harlem.
BOIS, aide-naturaliste au Muséum de Paris.
BOLAU, naturaliste, à Hambourg.
BOLLE, botaniste, à Berlin.
BOLTON, professeur à l'Ecole des mines, à New-York.
BONNET, botaniste, à Paris.
BONNIER, membre de l'Institut, à Paris.
BORODINE, directeur du Jardin botanique de St-Pétersbourg.
BORZI, directeur du Jardin botanique de Palerme.
BOULAY (abbé), professeur à la Faculté libre de Lille.
BOUSSINESQ, membre de l'Institut, à Paris.
BOUTILLIER, présid. de la Société des sciences natur. de Rouen.
BOUVIER, naturaliste, à Paris.
BRAITHWAITE, botaniste, à Londres.
BREDICHINE, directeur de l'Observatoire de Pulkowa.
BRIOSI, directeur du Laboratoire botanique de Pavie.
BRIQUET (J.), directeur du Jardin botanique de Genève.
BRITTEN, naruraliste au British Museum, Londres.
BROTHERUS (V.-F.), botaniste, à Helsingfors.
BUCHENAU, botaniste, à Brême.
BUREAU (Ed.), professeur au Muséum, Paris.
BUREAU (L.), directeur du Musée de Nantes.
CALORI, professeur à l'Université de Bologne.
CAMINHOA, professeur à l'Université de Rio-de-Janeiro.
CAMUS (Edm.), botaniste, à Paris.
CANNIZARO, professeur de chimie à l'Université de Rome.
CANTONI, professeur de physique, à Pavie.
CARDOT, botaniste, à Stenay.
CARRUTHERS, conservateur au British Museum, Londres.
CARTAILHAC, naturaliste, à Toulouse.
CAULLERY, maître de conférences à l'Université de Lyon.
CELAKOWSKY, directeur du Jardin botanique de Prague.
CERRUTI, professeur de mécanique à l'Université de Rome.

CERTES, naturaliste, à Paris.
CHATENAY, secrétaire de la Société d'horticulture, à Paris.
CHATIN (Ad.), membre de l'Institut, à Paris.
CHRIST, botaniste, à Bâle.
CHRISTIE, directeur de l'Observatoire de Greenwich.
CLERMONT (DE), chimiste, à Paris.
CLOS, directeur du Jardin des plantes de Toulouse.
COCCHI, professeur de géologie, à Florence,
COLLIGNON (Ed.), inspecteur des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
COLNUET D'HUART, professeur de physique, à Luxembourg.
CONIL, professeur à l'Université de Cordoba.
CONTEJEAN, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.
CONWENTZ, secrétaire de la Société des sciences de Dantzig.
COPELAND, directeur de l'Observatoire d'Edimbourg.
CORNU (Max), professeur au Muséum, Paris.
COSSA, professeur de chimie, à Turin.
CREPIN, directeur du Jardin botanique de Bruxelles.
CRIÉ, professeur à la Faculté des sciences de Rennes.
CRISP, secrétaire de la Société de microscopie de Londres.
CRULS, directeur de l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.
DANGEARD, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.
DARESTE, professeur à la Faculté des sciences de Lille.
DARWIN (Francis), naturaliste, à Cambridge.
DAVEAU, botaniste, à Montpellier.
DE CANDOLLE (Casimir), botaniste, à Genève.
DEHÉRAIN, professeur au Muséum, à Paris.
DELOGNE, botaniste, à Bruxelles.
DE ROSSI, secrétaire de l'Académie des Nuovi Lincei, à Rome.
DE SANCTIS, professeur à l'Université de Rome.
DE TONI (J.-B.), botaniste, à Padoue.
DEWALCQUE, professeur de géologie, à Liège.
D'OCAGNE, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
DOERING, professeur à l'Université de Cordoba.
DOLLFUS (Adrien), naturaliste, à Paris.
DOLLFUS (Gust.), géologue, à Paris.
DONNY, chimiste, à Gand.
DORIA (marquis), directeur du Musée civique à Gênes.
DROUET, naturaliste, à Dijon.
DRUDE, directeur du Jardin botanique de Dresde.
DURAND (Th.), botaniste, à Bruxelles.
DUVAL (Mathias), professeur à l'École de médecine, Paris.
DYER (Thyselton), directeur des Jardins de Kew.
ENGLER, directeur du Jardin botanique de Berlin.

ERRERA, professeur de botanique, à Bruxelles.
FALKENBERG, professeur à l'Université de Rostock.
FAMINTZINE, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.
FARLOW, professeur à l'Université de Cambridge (E. U.).
FAUVEL, entomologiste, à Caen.
FAYE, membre de l'Institut, à Paris.
FISCHER DE WALDHEIM, direct. du Jardin bot. de St-Pétersbourg.
FLAHAULT, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
FOLIE, directeur de l'Observatoire de Bruxelles.
FÖRSTER, directeur de l'Observatoire de Berlin.
FORREST, ancen secrétaire de l'Institut des Ingénrs civils, à Londres.
FOSLIE, naturaliste, à Throndhjem.
FOUCAUD, directr du Jard. botanique de la Marine, à Rochefort.
FOUQUÉ, professeur au Collège de France, à Paris.
FRESENIUS, professeur de chimie, à Wiesbaden.
FRIES (Th.), professeur à l'Université d'Upsal.
FRITSCH, secrétaire de la Société zoologico-botanique de Vienne.
GADEAU DE KERVILLE, naturaliste, à Rouen.
GARCKE, conservateur du Musée botanique de Berlin.
GARIEL, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
GAUDRY, professeur au Muséum, à Paris.
GEGENBAUR, professeur d'anatomie, à Heidelberg.
GEMMELLARO, professeur de minéralogie, à Palerme.
GENNARI, recteur de l'Université de Cagliari.
GESTRO, directeur du Musée civique de Gênes.
GIARD, professeur à la Faculté des sciences de Lille.
GILKINET, professeur à l'Université de Liège.
GILL, directeur de l'Observatoire du Cap.
GLAZIOU, directeur du Jardin botanique de Rio-de-Janeiro.
GOBI, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.
GODEFROY, secrétaire de la Société des sciences de Bois-le-Duc.
GODLEWSKI, professeur à l'Université de Cracovie.
GŒBEL, directeur du Jardin botanique de Munich.
GOLTZ, professeur de physiologie, à Strasbourg.
GOMONT, botaniste, à Paris.
GOROJANKINE, botaniste, à Moscou.
GRAND'EURY, ingénieur des Mines, à Saint-Etienne.
GRANDIDIER, membre de l'Institut, à Paris.
GRECESCU, professeur de botanique, à Bukharest.
GRUNOW, botaniste, à Bernsdorf.
GUIGNARD, membre de l'Institut, à Paris.
GUILLON, botaniste, à Angoulême.
GUIMARÃES, officier du Génie, à Lisbonne.

GUNTHER, naturaliste au British Museum, à Londres.
HABERLANDT, directeur du Jardin botanique de Grätz.
HAMY, conservateur du Musée ethnographique, à Paris.
HANSEN, professeur à l'Académie d'agriculture, à Copenhague.
HARIOT, botaniste au Muséum, à Paris.
HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut, à Paris.
HAYDEN, géologue de l'Etat, à Washington.
HECKEL, professeur à la Faculté des sciences de Marseille.
HEGELMAIER, professeur à l'Université de Tubingen.
HELDREICH (von), directeur du Jardin botanique d'Athènes.
HENRIQUES, directeur du Jardin botanique de Coimbre.
HÉRIBAUD (frère), professeur de botanique, à Clermont-Ferrand.
HIERONYMUS, botaniste, à Berlin.
HILDEBRAND, directeur du Jardin botanique de Freiburg.
HINRICHS, professeur de chimie, à Saint-Louis.
HOFFMANN, président de la Commission anthropol., à Carlsruhe.
HOLMES, secrétaire de l'Institut des Naval architects, à Londres.
HOOKER (sir J.-D.), anc. dir. des jardins de Kew, à Sunningdale.
HUSNOT, botaniste, à Cahan.
HY (abbé), professeur de l'Université catholique d'Angers.
HYADES, médecin en chef de la Marine, à Lorient.
JACKSON (B. Daydon), secrét. de la Soc. linnéenne de Londres.
JAMSHEDJI EDALJI, professeur de mathématiques, à Ahmedabad.
JANCZEWSKI (Ed. DE), professeur à l'Université de Cracovie.
JENNSSEN-TUSCH, botaniste, à Copenhague.
JOLY (Émile), médecin-major de l'armée.
JORET, professeur à la Faculté d'Aix.
JOURDAIN, naturaliste, à Saint-Vaast-la-Hougue.
KAMIENSKI, professeur à l'Université de Varsovie.
KARSTEN, professeur de météorologie, à Kiel.
KINDBERG, professeur de botanique, à Linköping.
KINDEREN, président de la Société des sciences de Batavia.
KJELLMAN, professeur à l'Université d'Upsal.
KNY, professeur de botanique, à Berlin.
KŒLLIKER, professeur d'anatomie à l'Université de Wurzbourg.
KŒRNICKE, professeur de botanique, à Bonn.
KOLTZ, inspecteur général des forêts, à Luxembourg.
KORISTKA, secrétaire de la Société des sciences de Prague.
KRAUS, directeur du Jardin botaniqne de Halle.
KRELAGE, président de la Société d'horticulture de Harlem.
KUNCKEL D'HERCULAIS, professeur au Muséum, à Paris.
LACAZE-DUTHIERS, membre de l'Institut, à Paris.

LANDOLT, professeur de chimie, à Berlin.
LANGLEY, secrétaire de l'Institution Smithsonienne, à Washington.
LANKESTER, professeur à l'Université d'Oxford.
LAPOUGE, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
LAPPARENT (DE), membre de l'Institut, à Paris.
LAUSSEDAT, directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers, Paris.
LAVOCAT, directeur de l'École vétérinaire, à Toulouse.
LEFEVRE (Th.), naturaliste, à Bruxelles.
LÉGER, maître de conférences à la Faculté des sciences de Caen.
LENNIER, directeur du Musée du Havre.
LE ROY DE MÉRICOURT, médecin de la Marine, à Paris.
LETOURNEAU, secrétaire de la Société d'anthropologie, à Paris.
LEVIER, botaniste, à Florence.
LEYDEN, professeur de pathologie, à Berlin.
LIGNIER, professeur à la Faculté des sciences de Caen.
LILLJEBORG, professeur de zoologie à l'Université d'Upsal.
LIMPRICHT, botaniste, à Breslau.
LINDELOF, secrétaire de la Société des sciences de Helsingfors.
LINDEMANN, botaniste, à Elisabethgrad.
LINDER, inspecteur général des Mines, à Paris.
LINDSAY (Lord), astronome, à Dun Echt.
LIOY, secrétaire de l'Académie de Vicenze.
LOEWY, membre de l'Institut, à Paris.
LUBBOCK (sir John), à Londres.
LUDWIG, professeur à l'Université de Giessen.
LUERSSEN, directeur du Jardin botanique de Königsberg.
MACALISTER, professeur de zoologie, à Dublin.
MAC GREGOR, président de la Société des sciences de Halifax.
MAGNUS, professeur de botanique, à Berlin.
MAKOWSKY, professeur à l'Université de Brunn.
MALARD, sous-directeur du laboratoire maritime de Tatihou.
MALINVAUD, secrétaire de la Société botanique, à Paris.
MAN (J. DE), naturaliste, à Middelbourg.
MARCHAND, professeur à l'École de pharmacie, à Paris.
MARTIN, géologue, à Dijon.
MAREY, membre de l'Institut, à Paris.
MARTENS, professeur à l'Université de Louvain.
MARTY, naturaliste, à Toulouse.
MASCART, membre de l'Institut, à Paris.
MASCLEF, botaniste, à Paris.
MASSALONGO, directeur du Jardin botanique de Ferrare.
MASTERS (Maxwell T.), botaniste, à Londres.
MENDIZABAL JAMBOREL, professeur de géodésie, à Mexico.

MERCKLIN, membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg.
MERINO, directeur de l'Observatoire de Madrid.
MESNIL (Félix), attaché à l'Institut Pasteur, à Paris.
METSCHNIKOFF, présid. de la Société des naturalistes, à Odessa.
MITTEN, botaniste, à Hurstpierpoint.
MOHN, directeur de l'Observatoire, à Christiania.
MOORE (Ch.), directeur du Jardin botanique de Sydney.
MORTENSEN, botaniste, à Jonstrup.
MORANDI, directeur de l'Observatoire de Villa-Colon.
MOROT, aide-naturaliste au Muséum, à Paris.
MUELLER (Albert), directeur du Jardin zoologique de Bâle.
MUELLER (R.), directeur du Bureau hydrographique de Pola.
NACHTRIEB, zoologiste, à St-Paul (Minnesota).
NEGRI, président de la Société de géographie de Rome.
NEUMAYER, directeur de l'Observatoire maritime dr Hambourg.
NEWCOMB, astronome, à Washington.
NIESSL von MEYENDORF, professeur de botanique, à Brunn.
NORDSTEDT, conservateur du Musée botanique, à Lund.
NORGUET (A. DE), archiviste de la Société des sciences de Lille.
NOWAKOWSKI, botaniste, à Lublin.
OLIVER, ancien conservateur des herbiers de Kew, à Londres.
OUDEMANS, ancien directeur du Jardin botanique d'Amsterdam.
OUSTALET, aide-naturaliste au Muséum, à Paris.
PACKARD, naturaliste, à Providence.
PANIROPOULOS, botaniste, à Athènes.
PARIS (général), botaniste, à Dinard.
PAULSEN, directeur de l'Observatoire météorol. de Copenhague.
PAULOW, secrétaire de la Société des naturalistes de Moscou.
PENZIG, directeur du Jardin botanique de Gênes.
PEREIRA DA COSTA, naturaliste, à Lisbonne.
PERRIER, membre de l'Institut, à Paris.
PETIT, botaniste, à Paris.
PETTENKOFER, professeur à l'Université de Munich.
PFEFFER, directeur du Jardin botanique de Leipzig.
PFITZER, professeur à l'Université de Heidelberg.
PHILIBERT, botaniste, à Aix.
PICKERING, directeur de l'Observatoire de Cambridge (E. U.).
PICQUENOT, commis à la direction de l'Intérieur, à Tahiti.
PIROTTA, directeur de l'Institut botanique de Rome.
PLATEAU (Félix), entomologiste, à Gand.
POINCARÉ, membre de l'Institut, à Paris.
POISSON, aide-naturaliste au Muséum, à Paris.
POWEL, directeur de l'U. S. geological survey, à Washington.

PRENDEL, secrétaire de la Société des naturalistes d'Odessa.
PREUDHOMME DE BORRE, entomologiste, à Bruxelles.
PRILLIEUX, inspecteur de l'enseignement agricole, à Paris.
PUTNAM, directeur du Musée de Peabody, Cambridge.
RADLKOFER, directeur du Jardin botanique de Munich.
REED, membre de la Société royale de Londres.
REESS, professeur à l'Université d'Erlangen.
REIGNIER, ingénieur, à Paris.
REINSCH, botaniste, à Erlangen.
REINKE, directeur de l'Institut botanique, à Kiel.
RENAULD, botaniste, à Vesoul.
REUTER, professeur de chimie, à Luxembourg.
RICCARDI, secrétaire de la Société des sciences de Modène.
RICHAVI, botaniste, à Odessa.
RICHE (Alfred), professeur à l'École de pharmacie de Paris.
RICHET, professeur à la Faculté de médecine, à Paris.
RICHTHOFEN (von), président de la Société de géogr. de Berlin.
RIED, professeur à l'Université de Iéna.
RINDFLEISCH, professeur à l'Université de Wurzbourg.
RIPLEY, professeur à l'Institut technique de Boston.
RŒNTGEN, professeur à l'Université de Wurzbourg.
ROGEL, professeur à l'École polytechnique de Höxter.
ROSENVINGE (Kolderup), botaniste, à Copenhague.
ROSTAFINSKI, professeur à l'Université de Cracovie.
ROUSSEAU, professeur, à Joinville-le-Pont.
ROUY, botaniste, à Paris.
RUBIERI, secrétaire de l'Académie des géorgophiles, à Florence.
RYKATCHEW, directr de l'Observatoire physique de St-Pétersbourg.
SACCARDO, directeur du Jardin botanique de Padoue.
SADEBECK, directeur du Jardin botanique de Hambourg.
SAHUT, président de la Société d'horticulture de Montpellier.
SAINT-LAGER, botaniste, à Lyon.
SARS (G.-O.), professeur de zoologie, à Christiania.
SAUSSURE (H. DE), professeur à l'Université de Genève.
SAUVAGEAU, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Brera.
SCHIFFNER, professeur de botanique, à Prague.
SCHMELTZ, directeur du Musée d'ethnographie, à Leyde.
SCHMID, professeur de minéralogie, à Iéna.
SCHOUTEN, secrétaire de la Société mathématique d'Amsterdam.
SCHRŒTTER, secrétaire de l'Académie des sciences de Vienne.
SCHWENDENER, professeur à l'Université de Berlin.
SCIUTO-PATTI, secrétaire de l'Académie de Catane.

SELYS-LONGCHAMPS (baron DE), naturaliste, à Liège.
SEMENOW, présid. de la Société de géogr. de Saint-Pétersbourg.
SEYNES (J. DE), professeur à l'École de médecine, à Paris.
SINGER, directeur de la Société botanique de Regensbourg.
SIRODOT, doyen de la Faculté des sciences de Rennes.
SJŒGREN, secrétaire de l'Institut géologique d'Upsal.
SMITH (C.-Michie), directeur de l'Observatoire de Madras.
SNELLEN, directeur de l'Observatoire météorologique d'Utrecht.
SOECHTING, secrétaire de la Société de géologie, à Berlin.
SOLMS-LAUBACH (comte DE), prof. à l'Université de Strasbourg.
SOMMIER, botaniste, à Florence.
SORONDO, directeur de l'Institut géographique de Buenos-Aires.
SPÅNBERG, entomologiste, à Stockholm.
SPENCER, secrétaire de la Société des sciences de Victoria.
STAHL, professeur à l'Université de Iéna.
STEPHAN, directeur de l'Observatoire de Marseille.
STEPHANI, botaniste, à Leipzig.
STORY, professeur à l'Université de Baltimore.
STRASBURGER, directeur du Jardin botanique de Bonn.
TARGIONI-TOZZETTI, professeur de zoologie, à Florence.
TASSI, directeur du Jardin botanique de Sienne.
TERRACCIANO, directeur du Jardin botanique de Caserte.
THAN, président de la Société des sciences naturelles de Pest.
THEEL, naturaliste, à Upsal.
THOULET, professeur à la Faculté des sciences de Nancy.
TILANUS, professeur de chirurgie, à Amsterdam.
TODD, directeur de l'Observatoire de Washington.
TOMMASI-CRUDELI, professeur à l'Université de Rome.
TOPINARD, anthropologiste, à Paris.
TOURNERIE (DE LA), inspecteur général des Ponts-et-Chaussées, à Paris.
TRAIL, professeur à l'Université d'Aberdeen.
TRAUTSCHOLD, professeur de minéralogie, à Moscou.
TRELEASE, directeur du Jardin botanique de Saint-Louis.
TREUB, directeur du Jardin botanique de Buitenzorg.
TROUESSART, naturaliste, à Paris.
TSCHERMAK, directeur du Musée minéralogique de Vienne.
UHLWORM, botaniste, à Cassel.
VAILLANT, professeur au Muséum, à Paris.
VAN DER MENSBRUGGHE, membre de l'Académie de Bruxelles.
VAN DER STOK, directeur de l'Observatoire de Batavia.
VAN EEDEN, secrétaire de la Société industrielle de Harlem.
VAN HEURCK, professeur de botanique, à Anvers.
VAN MEEUWEN, président de la Société de Bois-le-Duc.

VAN NOOTEN, secrétaire de la Société des sciences d'Utrecht.
VAN TIEGHEM, membre de l'Institut, à Paris.
VEITCH, horticulteur, à Londres.
VÉLAIN, professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
VIDAL DE LABLACHE, professeur de géographie, à Paris.
VINCENT, géologue, à Bruxelles.
VINES, professeur de l'Université d'Oxford.
VIRCHOW, professeur à l'Université de Berlin.
VOIT (C. von), professeur de physiologie, à Munich.
VORDERMAN, naturaliste, à Batavia.
VRIES (H. DE), directeur du Jardin botanique d'Amsterdam.
VUILLEMIN, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.
WARTMAN, professeur de physique, à Genève.
WATSON, membre de l'Académie des sciences, à Boston.
WATERHOUSE, secrétaire de la Société asiatique, à Calcutta.
WEINEK, directeur de l'Observatoire de Prague.
WEISS, directeur de l'Observatoire de Vienne.
WENDLAND, directeur du Jardin de Herrenhause.
WETTSTEIN von WESTERHEIM, direct. du Jard. bot. de Prague.
WILD, anc. direct. de l'Observatoire physique de St-Pétersbourg.
WILD, secrétaire de la Société des sciences de Melbourne.
WILDEMAN (E. DE), botaniste, à Bruxelles.
WILSER, naturaliste, à Carlsruhe.
WINCHELL, géologue de l'Etat, à Minneapolis.
WILLM, chimiste, à Paris.
WINCKEL, professeur à l'Université de Dresde.
WITTMACK, secrétaire de la Société d'horticulture de Berlin.
WITTROCK, professeur de botanique, à Stockholm.
WOLF, membre de l'Institut, à Paris.
WORONINE, botaniste, à Saint-Pétersbourg.
WRIGHT (Perceval), professeur à l'Université de Dublin.
ZAHLBRUCKNER, botaniste, à Vienne.
ZININE, membre de l'Académia de Saint-Pétersbourg.

TABLE.

PAGES

Position d'équilibre des navires sur la houle, par M. L.-E. Bertin (avec 3 planches doubles)..... 1

Essai sur l'histoire géologique du pays d'Alençon, par M. Letellier..... 65

Observations sur les Arénicoliens (Annélides Polychètes sédentaires) ; anatomie comparée et systématique, par M. Pierre Fauvel (avec fig. dans le texte)..... 101

Deux points de nomenclature : *Ranunculus acer*, *Sonchus oleraceus*, par M. A. Le Jolis..... 187

Sur la distillation des mélanges d'eau avec les premiers alcools de la série grasse, par M. E. Sorel 193

Trois poissons rares à Cherbourg, par M. H. Jouan. 219

Études sur la conservation des vins mousseux, par M. L. Mathieu (avec fig. dans le texte)..... 225

Annélides polychètes recueillies à Cherbourg, par M. Pierre Fauvel..... 305

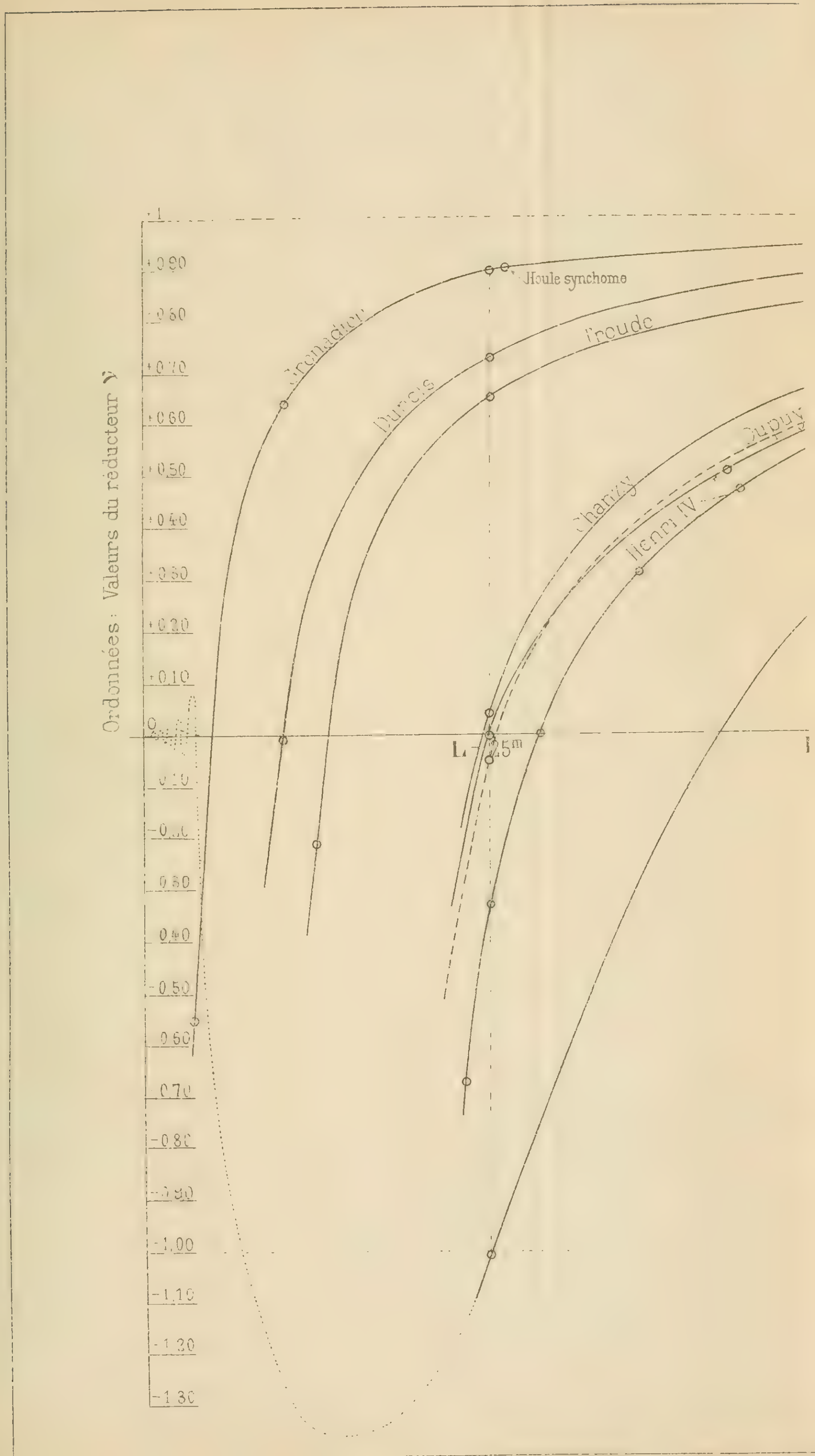
Éloge funèbre de M. le Dr Frédéric-Auguste Guiffart, par M. le Dr R. Collignon..... 320

Ouvrages reçus par la Société (Août 1897 à Mai 1900) 324

Liste des membres..... 382

Table..... 394

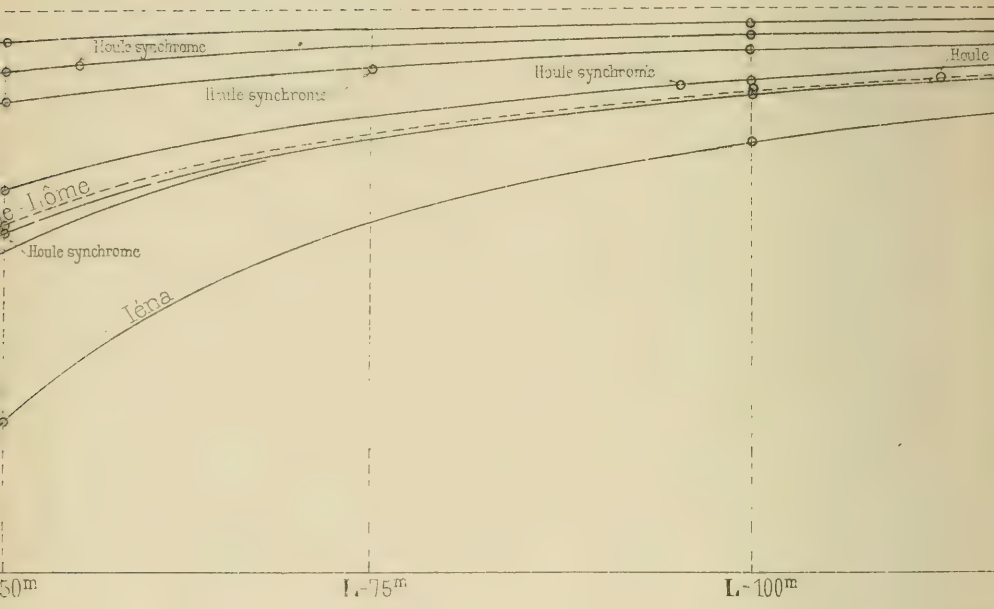
Imp E. Le Maout, 25, rue Tour-Carrée. — Cherbourg



Ordonnées : Valeurs du réducteur γ
+1
+0.90
+0.80
+0.70
+0.60
+0.50
+0.40
+0.30
+0.20
+0.10
0
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50
-0.60
-0.70
-0.80
-0.90
-1.00
-1.10
-1.20
-1.30
Houle synchome
Grenadier
Dubois
Froude
Chanzy
Henri IV
Dupuy
L = 25^m

POSITION D'ÉQUILIBRE DES NAV

Courbes des valeurs du réducteur ν en fon



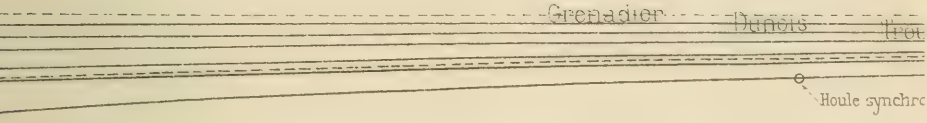
Abscisses : Demi

Valeurs du réducteur ν calculées directem

Noms des Bâtiments	Houle de 25 mètres	Houle de 50 mètres	Houle de 75 mètres	d
Iéna	-1,018	0,275	0 650	
Henri IV (sans correction)	-0. 012	0. 615	0. 777	
Henri IV (avec correction)	-0. 340	0 574	0. 771	
Dupuy-de-Lôme	-0. 062	0. 626	0. 787	
Chanzy	0. 031	0, 679	0. 823	
Froude	0 657	0. 839	0. 901	
Dunois	0. 728	0. 893	0. 930	
Grenadier	0. 901	0. 957	0. 969	

SUR LA HOULE $I = \nu\theta$

de la demi-longueur des vagues L



125m 150m 175m

ur des vagues

Houle 200 mètres
0,908
0 938
0 938
0 941
0 948
0,965
0,975
0 990

Abscisses : Dem

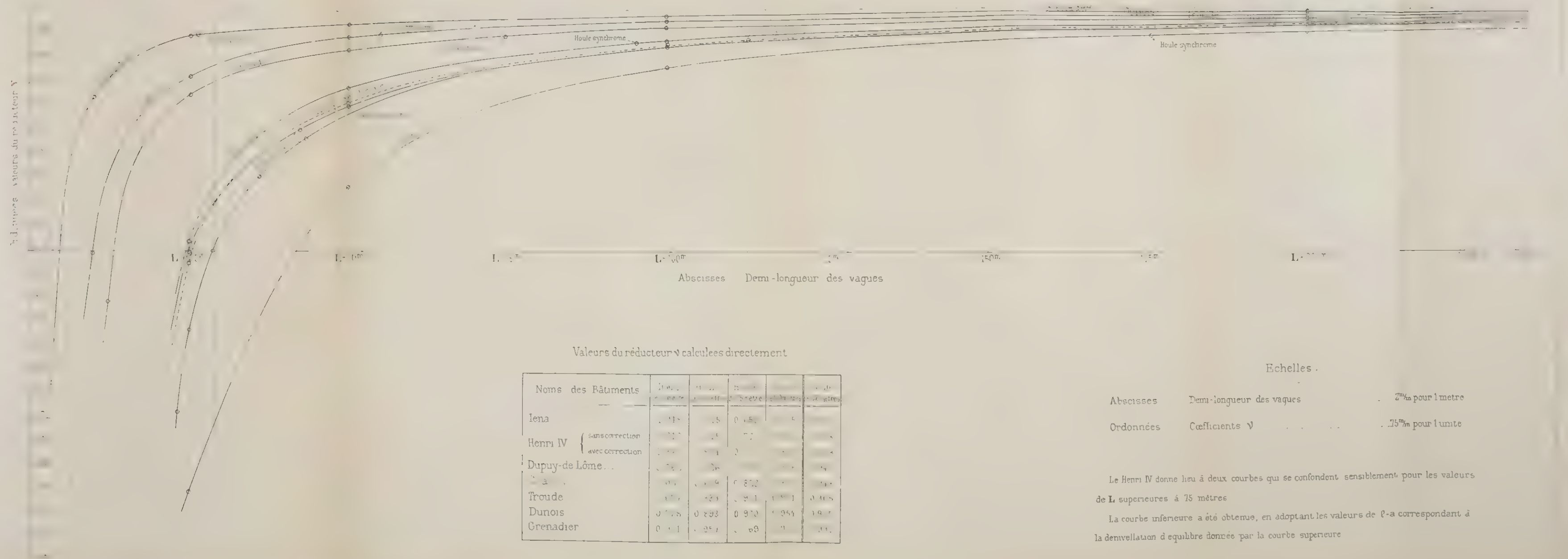
Ordonnées : Cœf

Le Henri IV donne lieu à
de L supérieures à 75 m
La courbe inférieure a
la dénivellation d'équilibre

Mém Soc sc. nat et math Cherbourg T XXXI Pl I

POSITION D'ÉQUILIBRE DES NAVIRES SUR LA HOULE $I = \nu\theta$

Courbes des valeurs du reducteur ν en fonction de la demi-longueur des vagues L



Abscisses Demi-longueur des vagues

Valeurs du réducteur ν calculees directement

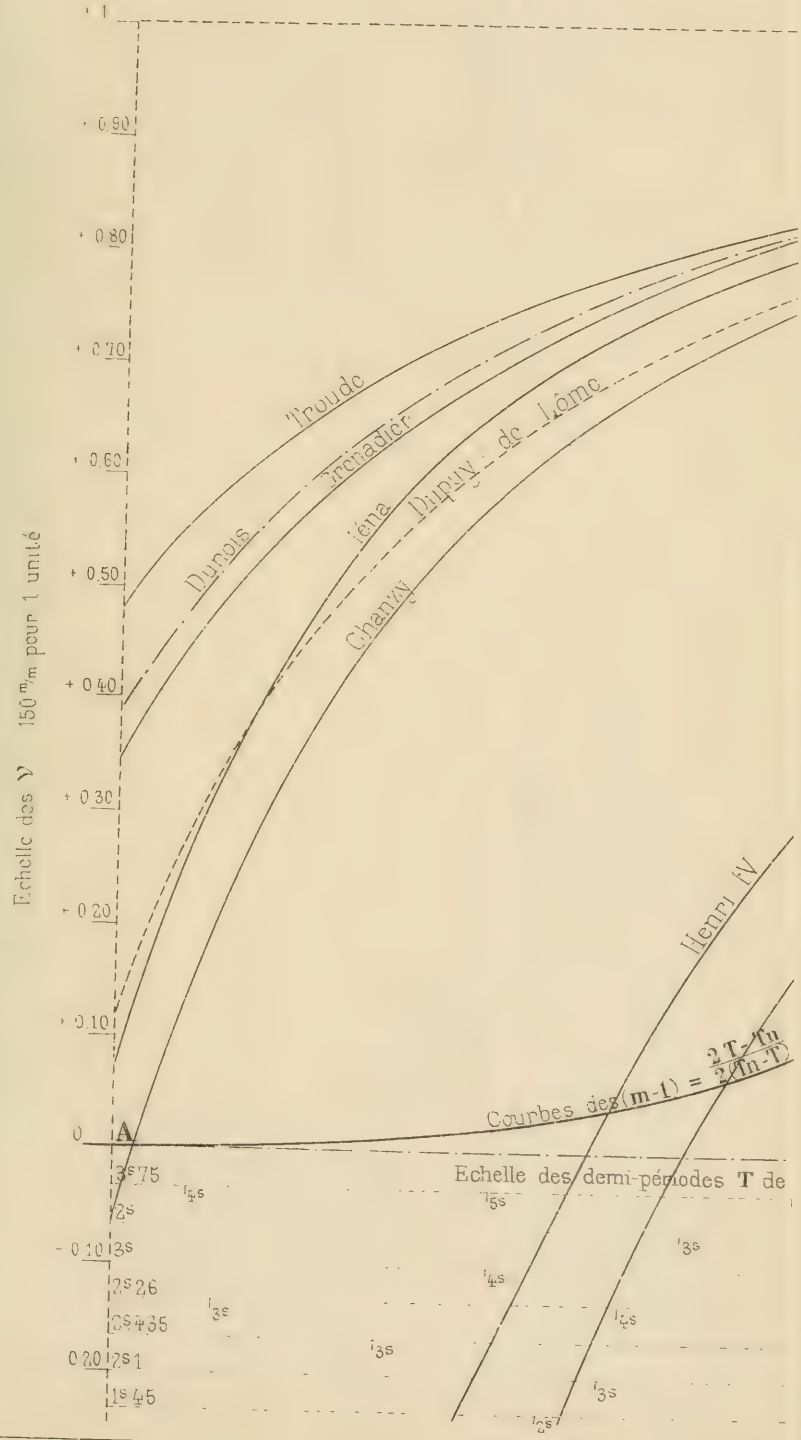
Noms des Bâtiments	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Iena	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Henri IV sans correction	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Henri IV avec correction	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Dupuy-de Lôme	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Troude	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Dunois	[illegible]	0 893	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Grenadier	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Echelles.

Abscisses	Demi-longueur des vagues	2m/m pour 1 metre
Ordonnées	Cœfficients ν	75m/m pour 1 unite

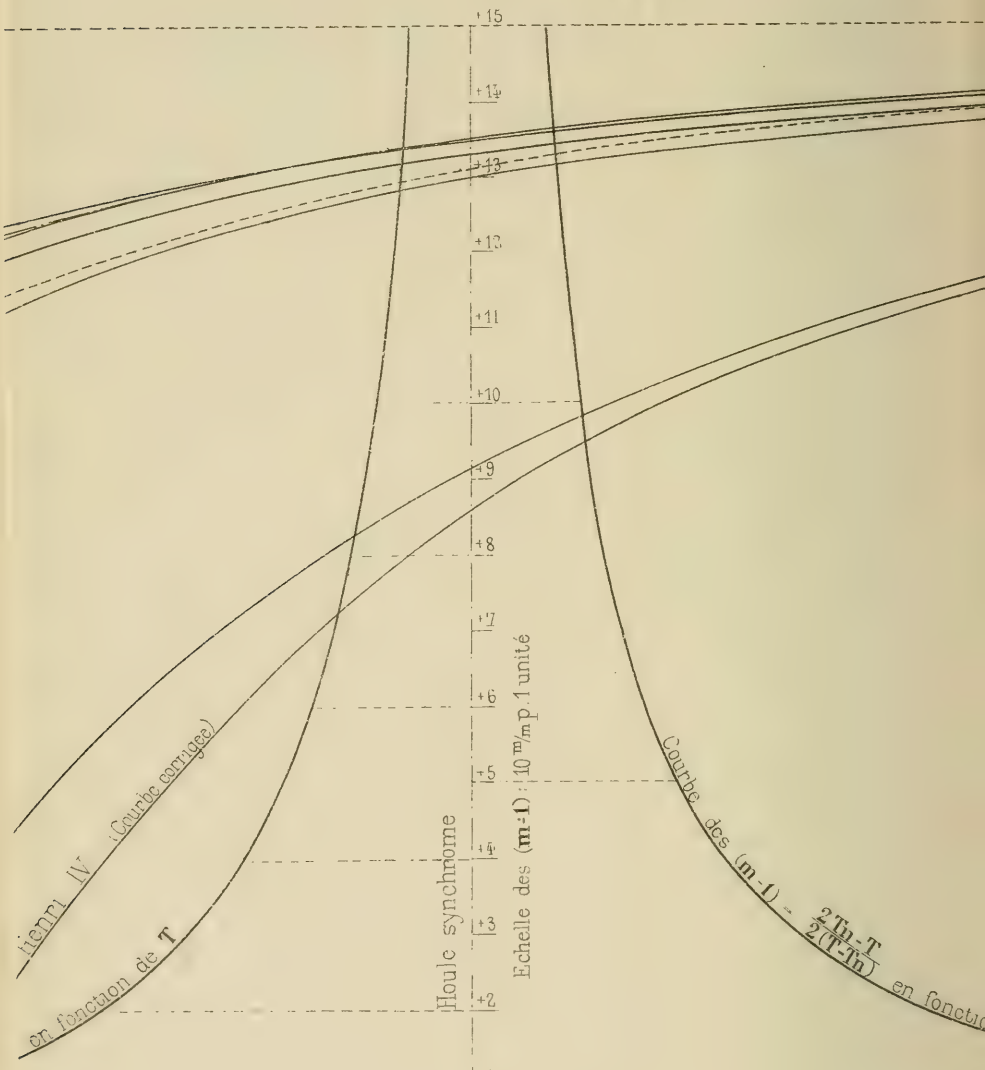
Le Henri IV donne lieu à deux courbes qui se confondent sensiblement pour les valeurs de L superieures à 75 mètres

La courbe inferieure a été obtenue, en adoptant les valeurs de ρ-a correspondant à la denivellation d equilibre donnée par la courbe superieure


+ 1
+ 0.90
+ 0.80
+ 0.70
+ 0.60
+ 0.50
+ 0.40
+ 0.30
+ 0.20
+ 0.10
0
- 0.10
- 0.20
Echelle des ν 150 m/m pour 1 unité
Froude
Dubois
Froriadier
Iéna
Dupuy de Lôme
Chanzy
Henri IV
Courbes des (m-1) = 2T-Tn / 2(Tn-T)
A
Echelle des demi-périodes T de
3s 75
2s
3s
2s 26
2s 435
2s 81
1s 45
4s
5s
3s
4s
4s
3s
3s
2s

COURBES DES VALEURS DU RÉDUCTEUR ν EN

et valeurs correspondan



B

la houle			Iéna	Echelle des T
6s	7s	7s5	8s	9s
		4s	Henri IV	d°
			Dupuy de Lôme	d°
5s				1s
	5s	5s52	Chanzy	d°
				6s
		4s87	Troude	d°
4s				5s
		4s2	Dunois	d°
	4s			5s
		2s9	Grenadier	d°

NCTION DE LA DEMI-PÉRIODE DES VAGUES T

e la concordance m — 1

Henri IV

Valeurs de ν en fonction de

Valeurs de m - 1	0	2	4	6	8	10
Iéna	0,076	0.824	0,855	0.868	0,873	0,878
Henri IV sans correction	-	0.378	0 485	0.530	0 551	0 566
Henri IV avec correction	»	0.261	0.404	0,464	0.491	0.512
Dupuy-de-Lôme	0,123	0.798	0.837	0.852	0.359	0,865
Chanzy	0.065	0 785	0 826	0 842	0 849	0.855
Troude	0,481	0,847	0.871	0.882	0.888	0.893
Dunois	0.392	0,845	0.873	0.884	0.890	0.895
Grenadier	0.352	0.844	0,872	0.883	0.889	0 894

40m/m pour 1 seconde — 1/10s — 1/11s

75m/m d° — 1/6s

50m/m d° — 1/8s — 1/9s

54m/m34 d° — 1/8s

61m/m6 d° — 1/7s

71m/m43 d° — 1/6s

103m/m45 d° — 1/4s

L'échelle des temps

On a, pour chaque n

AB = 0

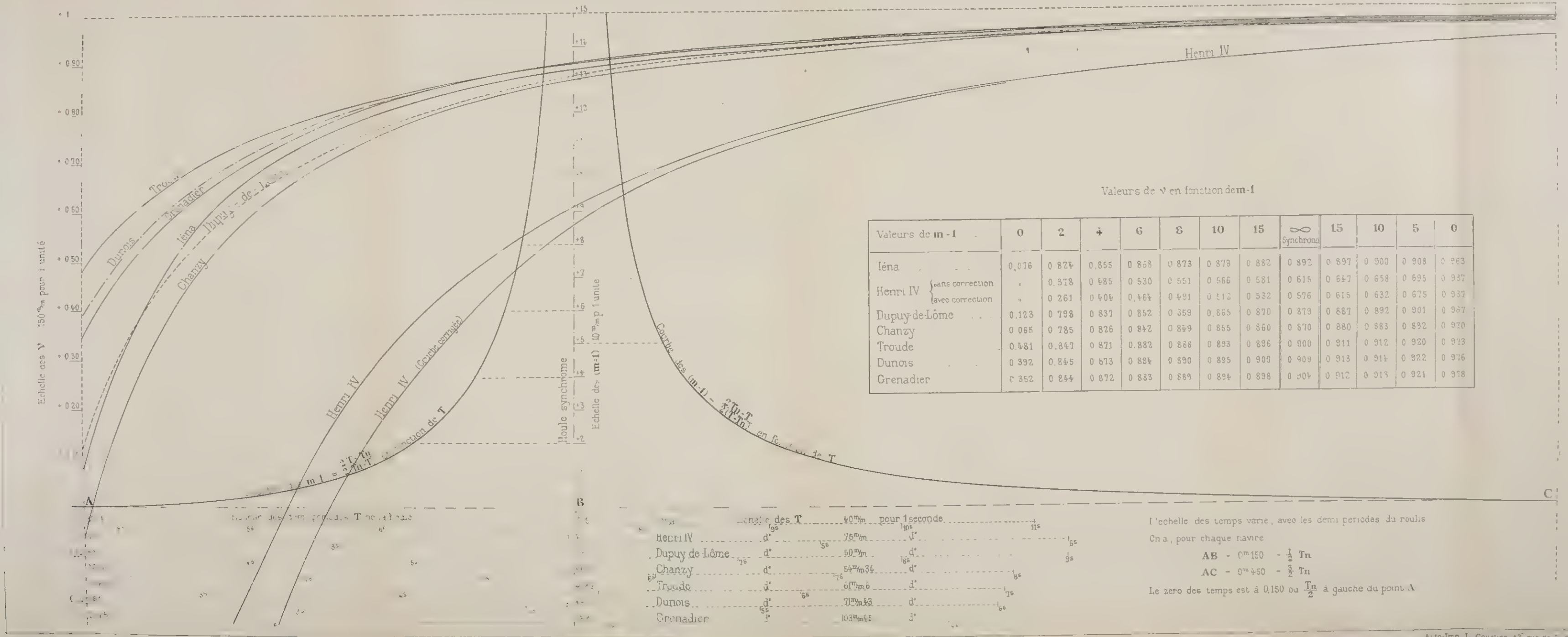
AC = 0

Le zéro des temps e

Mém. Soc. sc. nat. et math. Cherbourg T. XXXI Pl. I

COURBES DES VALEURS DU RÉDUCTEUR ν EN FONCTION DE LA DEMI-PÉRIODE DES VAGUES T

et valeurs correspondantes de la concordance m — 1



Valeurs de ν en fonction de m-1

Valeurs de m-1	0	2	4	6	8	10	15	∞ Synchrone	15	10	5	0
Iéna	0,076	0 824	0,855	0 868	0 873	0 878	0 882	0 893	0 897	0 900	0 908	0 963
Henri IV sans correction	.	0,378	0 485	0 530	0 551	0 566	0 581	0 615	0 647	0 658	0 695	0 937
Henri IV avec correction	"	0 261	0 404	0,464	0 491	0 512	0 532	0 576	0 615	0 632	0 675	0 937
Dupuy-de-Lôme	0,123	0 798	0 837	0 852	0 859	0,865	0 870	0 879	0 887	0 892	0 901	0 967
Chanzy	0 065	0 785	0 826	0 842	0 849	0 855	0 860	0 870	0 880	0 883	0 892	0 970
Troude	0,481	0,847	0 871	0,882	0 888	0 893	0 896	0 900	0 911	0 912	0 920	0 973
Dunois	0 392	0,845	0 873	0 884	0 890	0 895	0 900	0 909	0 913	0 914	0 922	0 976
Grenadier	0 352	0 844	0 872	0 883	0 889	0 894	0 898	0 904	0 912	0 913	0 921	0 978

L'échelle des temps varie, avec les demi périodes du roulis

On a, pour chaque navire

$$AB = 0^m150 = \frac{1}{2}\,Tn$$
$$AC = 0^m450 = \frac{3}{2}\,Tn$$

Le zéro des temps est à 0,150 ou $\frac{Tn}{2}$ à gauche du point A

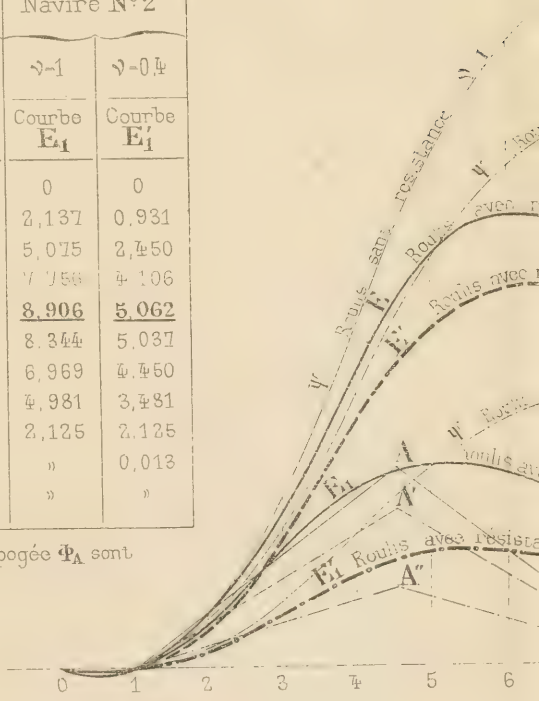
Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

Prem

Amplitudes successives
relevées sur les courbes **E**

Navire N°1		Navire N°2	
$\nu=1$	$\nu=0,8$	$\nu=1$	$\nu=0,4$
Courbe **E**	Courbe **E'**	Courbe E_1	Courbe E'_1
0	0	0	0
2,460	1,969	2,137	0,931
7,060	5,750	5,075	2,450
13,170	10,812	7,756	4,106
18,100	15,000	**8,906**	**5,062**
19,910	**16,750**	8,344	5,037
19,420	16,562	6,969	4,450
17,100	14,812	4,981	3,781
13,170	11,688	2,125	2,125
7,570	7,250	»	0,013
0,460	0,125	»	»

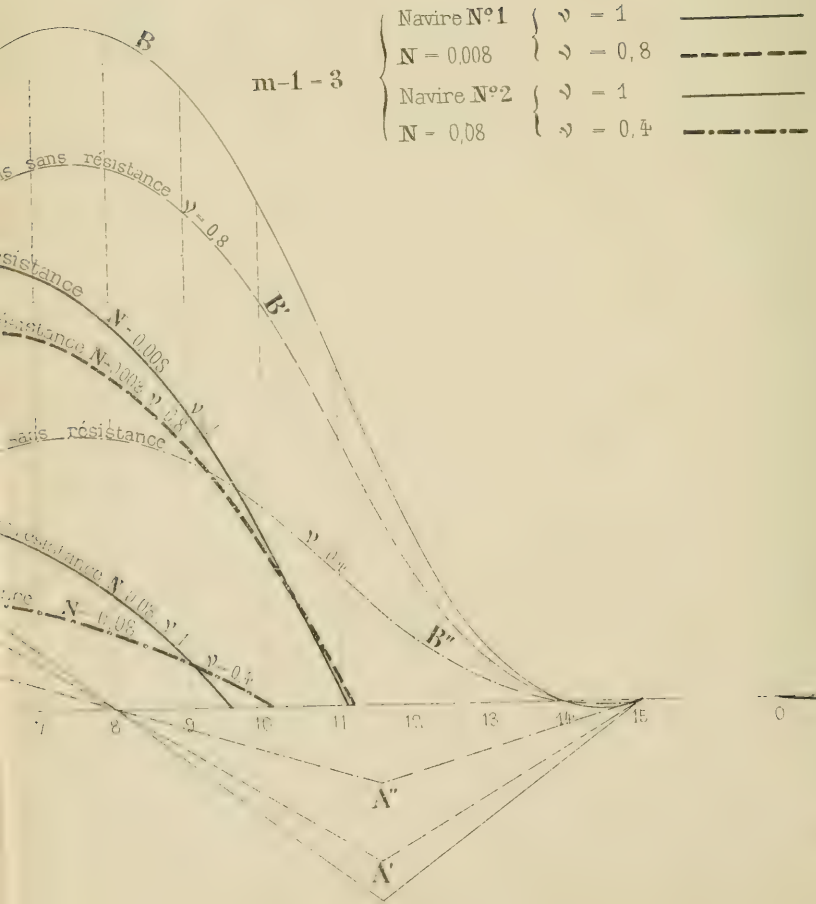
Les roulis d'apogée Φ_A sont soulignés



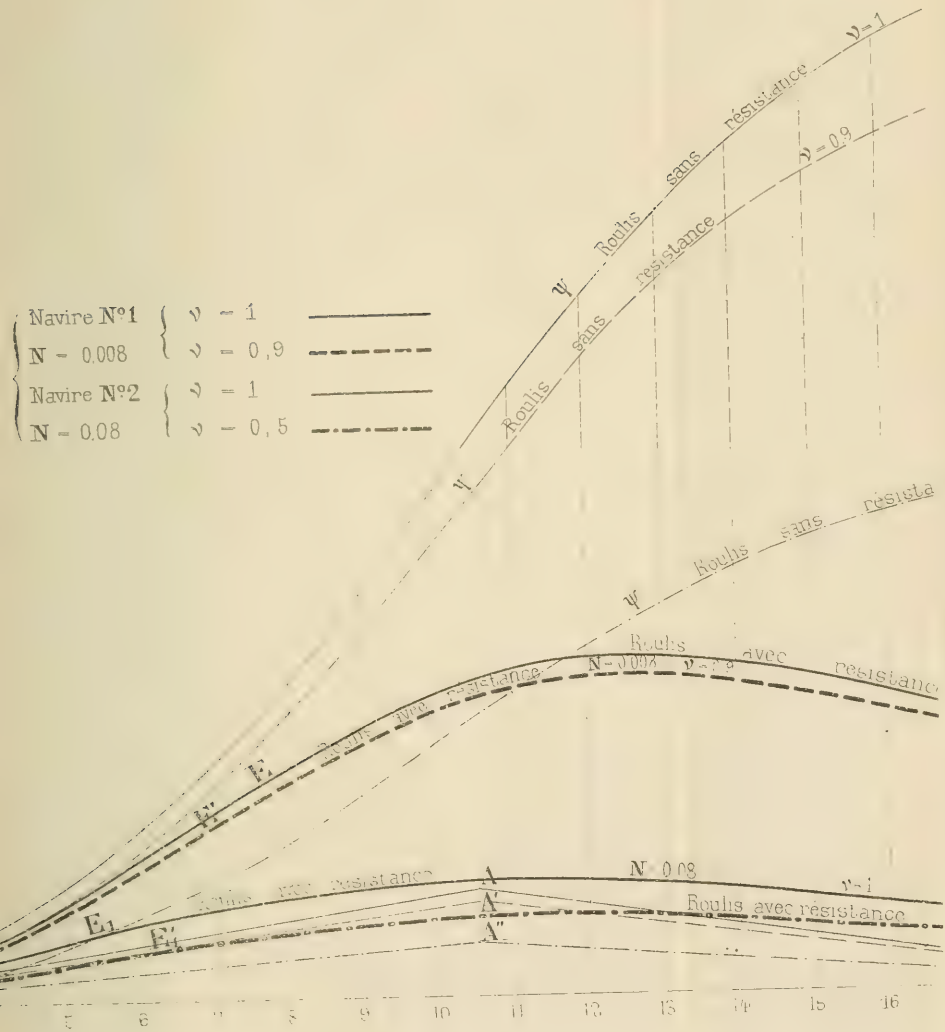
re concordance

m - 1 3

s ordonnées : 0m003 pour 1°



DE SÉRIES DU ROULIS POUR DEUX NAVIRES { Navire N° 1 / Navire N° 2



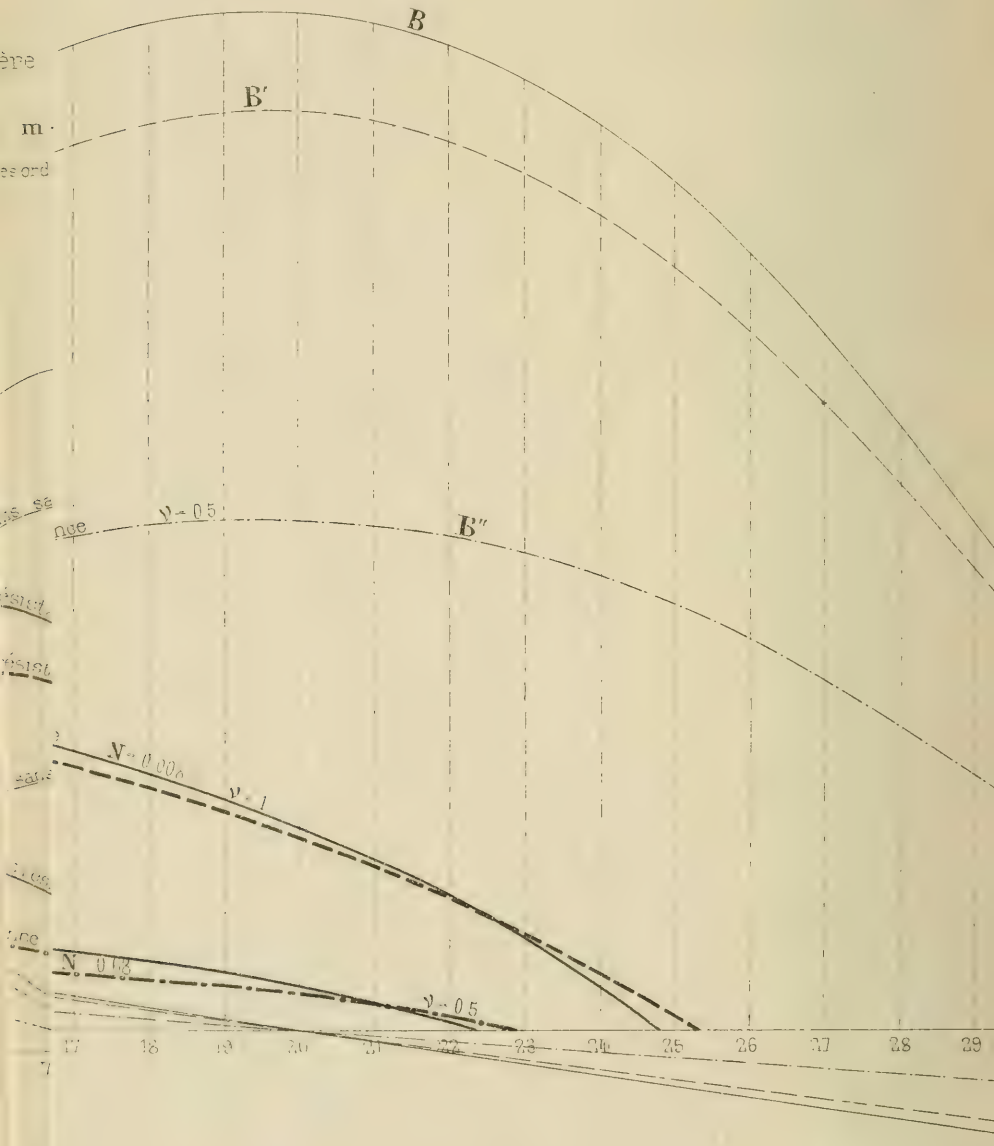
N = 0,008

N = 0,08

Deuxième concordance

m – 1 = 9

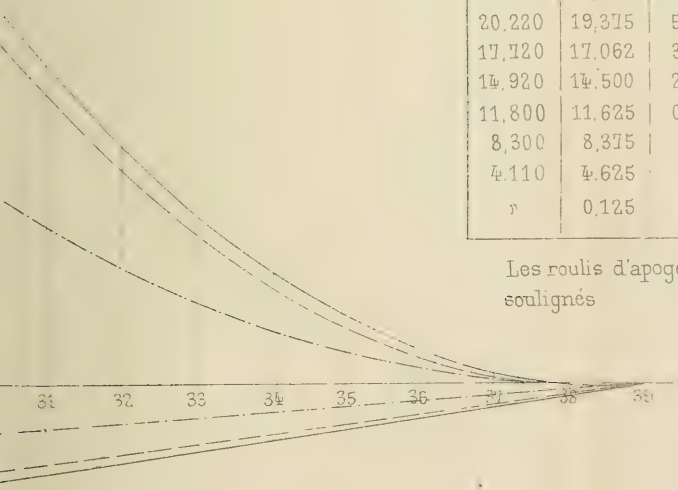
Echelle des ordonnées 0m,0015 pour 1°



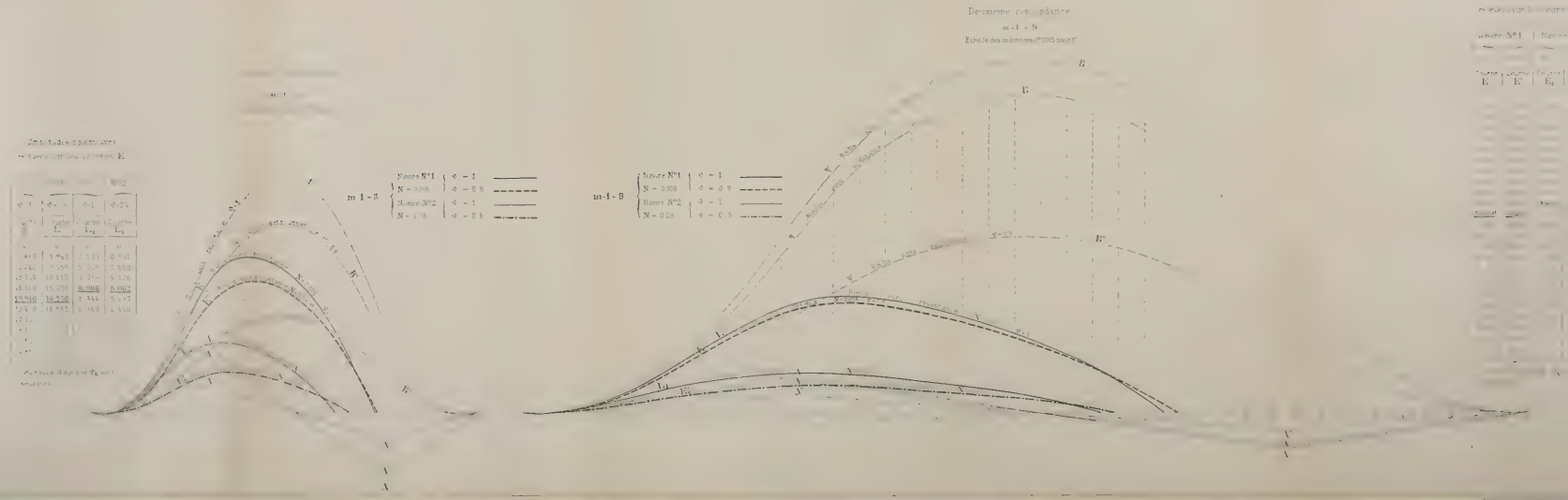
Amplitudes successives
relevées sur les courbes E

Navire N°1		Navire N°2	
N° 1	N° 1 bis	N° 1	N° 1 bis
Courbe E	Courbe E'	Courbe E_1	Courbe E'_1
0	0	0	0
0,940	0,815	0,931	0,481
2,800	2,625	2,450	1,337
5,720	5,125	4,106	2,361
9,080	8,187	5,600	3,438
12,720	11,625	6,850	4,393
16,560	15,937	7,881	5,218
20,320	19,250	8,750	5,918
23,720	22,437	9,512	6,518
26,930	25,375	10,193	7,043
29,000	27,437	**10,450**	**7,287**
29,870	**28,250**	10,175	7,162
29,800	28,187	9,681	6,881
29,180	27,500	9,081	6,500
27,920	26,437	8,419	6,062
26,340	25,000	7,688	5,575
24,500	23,312	6,894	5,043
22,500	21,437	6,006	4,456
20,220	19,375	5,000	3,800
17,720	17,062	3,831	3,050
14,920	14,500	2,381	2,175
11,800	11,625	0,369	1,081
8,300	8,375	»	»
4,110	4,625	»	»
»	0,125	»	»

Les roulis d'apogée Φ_A sont soulignés



COURBES DE SÉRIES DU ROULIS POUR DEUX NAVIRES | Navire N° 1 N = 0,008 | Navire N° 2 N = 0,08



MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ NATIONALE
DES SCIENCES NATURELLES
ET MATHÉMATIQUES
DE CHERBOURG

14 II
142

N.Y. ACADEMY OF SCIENCES.

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

M. AUGUSTE LE JOLIS,

DIRECTEUR ET ARCHIVISTE-PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ.

TOME XXXI.

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME I.

PARIS,
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, LIBRAIRES, RUE HAUTEFEUILLE, 19.

CHERBOURG,
IMPRIMERIE ÉMILE LE MAOUT.

1898 — 1900

AMNH LIBRARY
100134994